

Analisis Jaringan Sosial: Mengidentifikasi Komunitas di Twitter dengan Tagar #FIFAWorldCup Menggunakan Metode Louvain

Alisha Listya Wardhani - 13521171¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13521171@std.stei.itb.ac.id

Abstrak— Makalah ini menyajikan sebuah metode untuk mendeteksi komunitas dalam pendeteksian komunitas dalam Piala Dunia menggunakan teori graf dan data twitter. Pendekatan yang digunakan dalam makalah ini mewakili hubungan antara pengguna dan *tweet* sebagai graf, kemudian menerapkan algoritma deteksi komunitas untuk mengidentifikasi kluster pengguna yang membahas piala dunia. Analisis data twitter dari Piala Dunia 2022 menunjukkan bahwa metode kami efektif dalam mendeteksi sebuah komunitas dan memberikan perspektif yang bermanfaat tentang bagaimana orang-orang berpendapat dan berinteraksi dengan turnamen tersebut. Temuan pada makalah ini dapat berkontribusi dalam penggunaan data media sosial untuk kebutuhan analisis dalam dunia olahraga.

Kata Kunci— Social Network Analysis, Pendeteksian Komunitas, Metode Louvain, Data Twitter, Piala Dunia 2022

I. INTRODUCTION

Piala dunia merupakan ajang turnamen sepak bola terbesar yang mendapatkan atensi dari berbagai kalangan di seluruh dunia. Piala dunia menjadi tren dan topik hangat yang ramai dibicarakan oleh orang, khususnya pada media sosial. Selama beberapa tahun terakhir, media sosial menjadi wadah untuk mengekspresikan dan menyampaikan pendapat kepada ruang publik. Keterikatan pengguna suatu topik dan antar pengguna lainnya dalam media sosial dapat membangun sebuah komunitas tertentu.

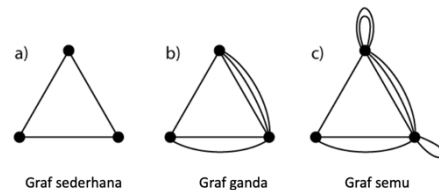
Makalah ini mengajukan sebuah metode untuk mendeteksi komunitas tersebut berdasarkan data yang diperoleh melalui twitter dengan tagar #FIFAWorldCup. Metode ini berbasis teori graf dan berfokus pada menelusuri bagaimana sebuah informasi mengalir dalam suatu jaringan sosial. Menggunakan graf sebagai representasi hubungan pengguna dan cuitan, kemudian menggunakan sebuah algoritma pendeteksi komunitas, makalah ini dapat mengidentifikasi kluster pengguna yang sedang mendiskusikan sebuah tim, pemain, ataupun tema tertentu yang berkaitan dengan piala dunia.

Informasi yang didapatkan dari penelitian ini memberikan perspektif tentang bagaimana orang berinteraksi topik piala dunia. Hal ini dapat bermanfaat bagi analisis data untuk mencari tren, tim yang diunggulkan, ataupun reaksi terhadap pertandingan secara umum.

II. DASAR TEORI

A. Teori Graf

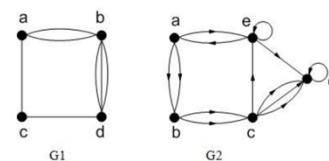
Graf adalah himpunan titik-titik atau suatu simpul yang dihubungkan oleh penghubung dinamakan sisi. Graf $G = (V, E)$ didefinisikan dengan V merupakan himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul sebanyak n $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ dan E merupakan himpunan sisi (*edges*) yang menghubungkan sepasang simpul $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$.



(Gambar 2.1. Jenis Graf berdasarkan gelang dan sisi ganda)

Berdasarkan kehadiran gelang atau sisi ganda, graf dapat digolongkan menjadi dua jenis:

1. Graf sederhana, yang tak mengandung gelang / sisi ganda
2. Graf ganda, yang mengandung sisi ganda
3. Graf semu, yang mengandung gelang dan sisi ganda



G1 : graf tak-berarah; G2 : Graf berarah

(Gambar 2.2. Jenis Graf berdasarkan orientasi arah pada graf)

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, graf dapat dibedakan menjadi dua jenis:

1. Graf berarah, yang mempunyai orientasi arah
 2. Graf tak-berarah, yang tak mempunyai orientasi arah
- Berikut merupakan beberapa terminologi terkait graf:

1. Ketetangaan. Dua buah simpul dinyatakan bertetangga jika simpul tersebut saling terhubung dengan sebuah sisi
2. Bersisian. Sebuah sisi dinyatakan bersisian dengan simpul jika sisi tersebut menghubungkan simpul.
3. Simpul terpercil. Simpul terpercil adalah simpul yang tak punya sisi yang bersisian dengannya.

4. Graf kosong. Graf kosong adalah graf yang himpunan sisinya kosong.
5. Derajat. Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut.
6. Lintasan. Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n ialah barisan selang-seling simpul dan sisi yang terbentuk $(v_0, e_1, v_1, e_1 \dots, e_n, v_n)$. Sedemikian sehingga dihasilkan $e_1 = (v_0, v_1)$, $e_2 = (v_1, v_2) \dots e_n = (v_{n-1}, v_n)$, adalah sisi dari graf.
7. Terhubung. Dua buah simpul yang dikatakan terhubung jika terdapat lintasan dari simpul awal ke simpul akhir.

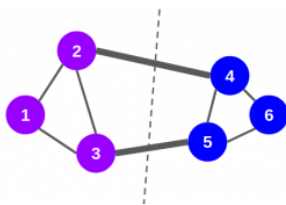
B. Analisis Jaringan Sosial

Analisis jaringan sosial merupakan bidang studi yang mempelajari hubungan dan koneksi antara individu atau organisasi dalam suatu jaringan sosial. Jenis analisis ini sering digunakan dalam memahami struktur dan dinamika jaringan sosial, seperti penyebaran informasi atau pembentukan kelompok dan komunitas.

Dalam analisis jaringan sosial, sebuah jaringan biasanya diwakili sebagai graf yang mana simpul mewakili individu atau organisasi dan tepi mewakili hubungan antara mereka. Berbagai algoritma kemudian diterapkan pada graf tersebut untuk mengidentifikasi pola dan tren pada jaringan tersebut, seperti sentralitas, deteksi komunitas, dan agregasi.

C. Komunitas dalam Jaringan Sosial

Mendeteksi sebuah komunitas menjadi salah satu hal yang krusial dalam analisis jaringan sosial. Konsep ini didasari sebuah algoritma yang dapat mempartisi jaringan tersebut ke dalam beberapa komunitas.



(Gambar 2.3. Mengklasifikasi Sebuah Jaringan menjadi dua komunitas)

Berikut metode dalam mendeteksi sebuah komunitas pada graf:

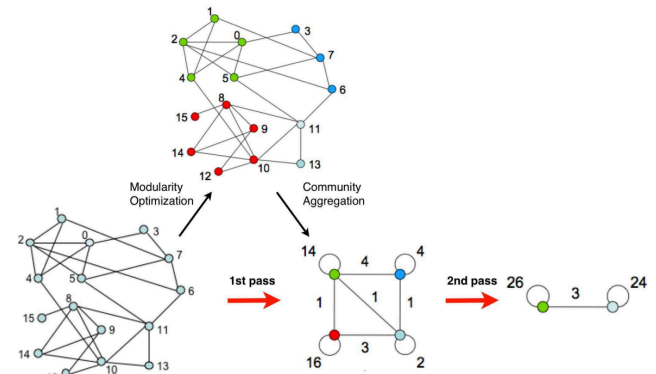
1) Metode Agglomerative

Dalam metode agglomerative, dimulai dari sebuah graf kosong berisikan simpul pada graf asli tanpa sisi. Kemudian sisi satu per satu ke dalam graf, dimulai dari sisi “terkuat” ke “terlemah”. Intensitas ini dapat dihitung dengan berbagai cara.

2) Metode Divisive

Dalam metode ini, dimulai dari graf lengkap, kemudian secara iteratif “memotong” sisinya. Sisi dengan weight terbesar dihapus pertama kali. Pada setiap Langkah yang dilakukan, weight pada setiap simpul berubah. Setelah beberapa langkah, didapatkan klaster dari simpul-simpul yang berdekatan [1].

Pada makalah ini, akan digunakan metode Louvain yang masuk ke dalam metode divisive. Metode Louvain berbasis sebuah ide bahwa struktur komunitas yang ideal adalah struktur yang memaksimalkan modularitas jaringan [6]. Modularitas suatu jaringan dibangun berdasarkan hubungan yang rapat antara beberapa simpul.



(Gambar 2.4. Mengklasifikasi Sebuah Jaringan menjadi dua komunitas)

Berikut merupakan ilustrasi optimasi modularitas yang digunakan dalam metode Louvain. Diagram tersebut menampilkan dua iterasi dari metode tersebut, dimulai dari graf terkeri. Metode Louvain menggunakan dua proses ini dalam menentukan struktur komunitas sebuah jaringan:

- 1) Langkah pertama adalah menginisiasi algoritma dengan memperlakukan setiap simpul dalam jaringan sebagai sebuah komunitas.
- 2) Pada langkah kedua, algoritma secara iteratif memindahkan simpul dari satu komunitas ke komunitas lainnya untuk memaksimalkan modularitas jaringan. Setiap iterasi akan mengubah modularitas dan weight dari setiap sisi. Diberikan sebuah simpul i , penambahan weight dalam modularitas dapat dilihat dalam (Eq 1). Jika perubahan modularitas positif, simpul dipindahkan ke komunitas baru. Proses tersebut diulang sampai tidak ada peningkatan dalam modularitas yang dapat dicapai.

Kompleksitas algoritma pada Blondal’s Louvain Algorithm adalah $O(n \log n)$.

$$\Delta Q_{ij} = \frac{1}{2m} \left(d_{ij} - \frac{d_i d_j}{m} \right) \quad (\text{Eq. 1})$$

Dengan Q adalah penambahan modularitas,

m adalah jumlah sisi pada graf,

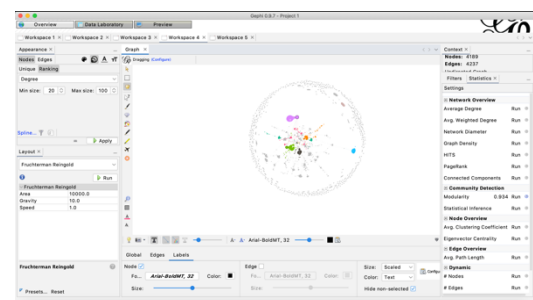
d_{ij} merupakan derajat antara komunitas i dan j ,

d_i merupakan derajat komunitas i , dan

d_j merupakan derajat komunitas j .

D. Gephi

Gephi merupakan sebuah alat visualisasi dan eksplorasi untuk jaringan dan graf. Gephi mengimplementasikan metode Louvain dengan antarmuka yang memudahkan pengguna untuk melakukan analisis.



(Gambar 2.4. Antarmuka Gephi)

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengrayapan Data (Data Crawling)

Pada makalah ini, dilakukan pengrayapan data pada twitter menggunakan API Twitter. Data yang dikumpulkan adalah informasi terkait pengguna yang paling berpengaruh di twitter terkait topik piala dunia dengan tagar #FIFAWorldCup. Alat yang digunakan untuk memperoleh data tersebut adalah tweepy.

Berikut merupakan potongan kode yang digunakan untuk melakukan pengrayapan data menggunakan tweepy,

```
qry='#FIFAWorldCup' # Query yang dicari
maxTweets = 1000 # jumlah max tweet yg dicari
tweetsPerQry = 100 # <101, Aturan Twitter
fName='#FIFAWorldCup.json' # Nama File hasil Crawling
max_id, tweetCount = -1, 0
```

```
print("Mengunduh maksimum {0} tweets".format(maxTweets))
with open(fName, 'w') as f:
    while tweetCount < maxTweets:
        if (max_id <= 0):
            new_tweets=api.search(q=qry, count=tweetsPerQry)
        else:
            new_tweets=api.search(q=qry, count=tweetsPerQry, max_id=str(max_id - 1))

        if not new_tweets:
            print('\nTidak ditemukan lagi tweet dengan Query="{0}"'.format(qry));break
        for tweet in new_tweets:

            f.write(jsonpickle.encode(tweet._json, unpicklable=False)+'\n')
            tweetCount+=len(new_tweets)
            sys.stdout.write("\r");sys.stdout.write("Tweets tersimpan: %0.0f" %tweetCount);sys.stdout.flush()
            max_id=new_tweets[-1].id
    print ('\nSelesai! {0} tweets tersimpan di "{1}"'.format(tweetCount, fName))
```

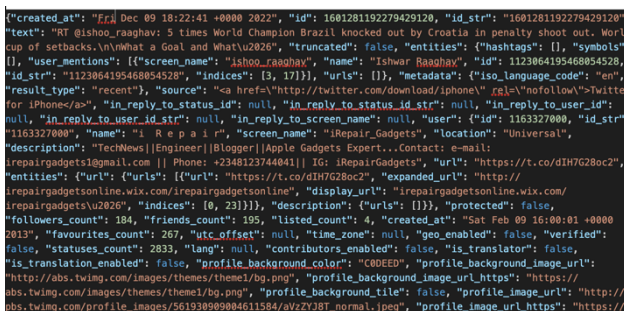
Berikut merupakan hasil yang didapatkan ketika pengrayapan data berhasil dilakukan.

Mengunduh maksimum 5000 tweets
Tweets tersimpan: 5095
Selesai! 5095 tweets tersimpan di "#FIFAWorldCup.json"



id	created_at	text	user
1601281192279429120	2022-12-09 18:22:41 +0000	"RT @ishoo_raaghav: 5 times World Champion Brazil knocked out by Croatia in penalty shoot out. World Cup of setbacks.\n\nWhat a Goal and What a 2026"	@ishoo_raaghav
1123864195468854528	2022-12-09 18:22:41 +0000	"Ishoo Raaghav"	@ishoo_raaghav
1123864195468854528	2022-12-09 18:22:41 +0000	"Ishoo Raaghav"	@ishoo_raaghav
1123864195468854528	2022-12-09 18:22:41 +0000	"Ishoo Raaghav"	@ishoo_raaghav

(Gambar 3.1 Data yang berhasil dikumpulkan melalui Tweepy)



id	created_at	text	user
1601281192279429120	2022-12-09 18:22:41 +0000	"RT @ishoo_raaghav: 5 times World Champion Brazil knocked out by Croatia in penalty shoot out. World Cup of setbacks.\n\nWhat a Goal and What a 2026"	@ishoo_raaghav

(Gambar 3.2 Sampel data dari sebuah kutipan tentang piala dunia pada Twitter)

Dataset tersebut memiliki atribut seperti tanggal dibuat, ID, status, reply, retweet, quote, bahasa, dan lainnya. Dari data ini, yang akan digunakan dalam langkah selanjutnya adalah reply, retweet, quote, dan mention.

B. Pemrosesan Data

Data yang telah diperoleh kemudian diproses sehingga didapatkan sebuah graf dari json file tersebut. Representasi graf pada makalah ini menggunakan module python NetworkX. Tahap pertama yang perlu dilakukan adalah loading dataset yang telah didapatkan sebelumnya.

```
import json

filename = '#FIFAWorldCup.json'
tweet_list = []

with open(filename, 'r') as fopen:
    for line in fopen:
        if line != '\n':
            tweet_list.append(json.loads(line))
```

Berikut merupakan fungsi yang digunakan untuk memindahkan data dari json format ke list. Interaksi yang digunakan pada makalah ini mengacu pada: reply, retweet, quote, dan mention.

```
def getTweetID(tweet):
    return tweet.get('id')

def getUserIDandScreenName(tweet):
    user = tweet.get('user')
    if user is not None:
        uid = user.get('id')
        screen_name = user.get('screen_name')
        return uid, screen_name
    else:
        return (None, None)

def getRetweetedUserIDandScreenName(tweet):
    retweet = tweet.get('retweeted_status')
    if retweet is not None:
        return getUserIDandScreenName(retweet)
    else:
        return (None, None)

def getRepliedUserIDandScreenName(tweet):
    reply_id = tweet.get('in_reply_to_user_id')
    reply_screenname = tweet.get('in_reply_to_screen_name')
    return reply_id, reply_screenname

def getUserMentionsIDandScreenName(tweet):
    mentions = []
    entities = tweet.get('entities')
    if entities is not None:
        user_mentions = entities.get('user_mentions')
        for mention in user_mentions:
            mention_id = mention.get('id')
            screen_name = mention.get('screen_name')
            mentions.append((mention_id, screen_name))
    return mentions

def getQuotedUserIDandScreenName(tweet):
    quoted_status = tweet.get('quoted_status')
    if quoted_status is not None:
        return getUserIDandScreenName(quoted_status)
    else:
        return (None, None)

def getAllInteractions(tweet):
    # Mendapatkan user id dan screen name pengguna
    tweeter = getUserIDandScreenName(tweet)

    # Tidak melakukan apa-apa bila tweeter tidak ada
    if tweeter[0] is None:
        return (None, None), []

    # Digunakan struktur data set untuk menghindari duplikat
    interacting_users = set()

    # Menambahkan user yang di reply
    interacting_users.add(getRepliedUserIDandScreenName(tweet))

    # Menambahkan user yang di retweeted
```

```

interacting_users.add(getRetweetedUserIDandScreenName(tweet))
# Menambahkan user yang di quoted
interacting_users.add(getQuotedUserIDandScreenName(tweet))
# Menambahkan user yang di mention
interacting_users.update(getUserMentionsIDandScreenName(tweet))

# Mengapus tweeter jika terdapat didalam set
interacting_users.discard(tweeter)
# Menghapus none jika ada
interacting_users.discard((None, None))
# Mengembalikan tweeter dan list interaksi
return tweeter, list(interacting_users)

```

Berikut merupakan algoritma yang digunakan untuk membuat graf dari interaksi antar cuitan.

```

import networkx as nx

# Menggunakan graf berarah karena sisi mengarah dari user ke
# tweet yang dituju (reply, retweet, quote, mention)
G = nx.Graph()

# Perulangan untuk semua tweet dan menambahkan sisi
for tweet in tweet_list:
    # Menemukan influencer pada tweet
    tweeter, interactions = getAllInteractions(tweet)
    tweeter_id, tweeter_name = tweeter
    tweet_id = getTweetID(tweet)

    # Perulangan untuk menambahkan sisi ke graf
    for interaction in interactions:
        interact_id, interact_name = interaction
        G.add_nodes_from(G.nodes(data=True))
        G.add_edges_from(G.edges(data=True))

        G.add_edge(tweeter_id, interact_id, tweet_id=tweet_id)

    G.nodes[tweeter_id]['name'] = tweeter_name
    G.nodes[interact_id]['name'] = interact_name

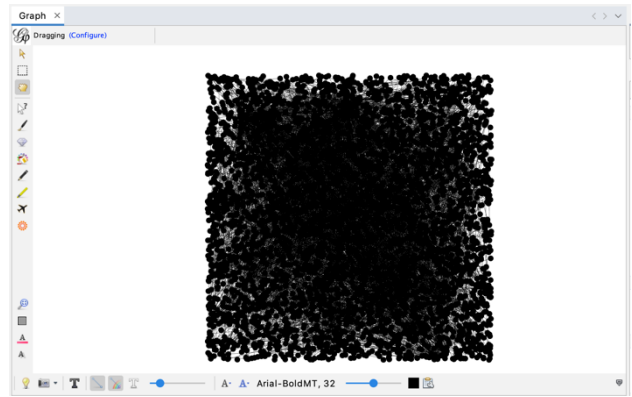
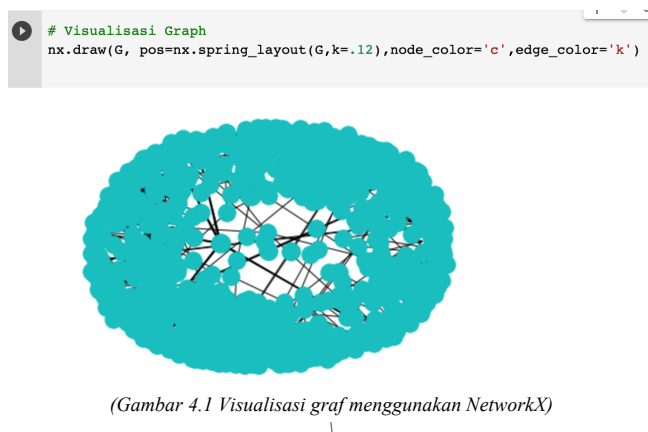
```

Graf yang dibuat pada makalah ini merupakan graf berarah, dimana setiap simpul merupakan pengguna pada media sosial twitter dan sisi merupakan interaksi atau hubungan diantara kedua pengguna. Jika graf tersebut divisualisasikan, maka akan didapat gambaran seperti ini.

IV. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Graf

Berikut merupakan visualisasi graf yang telah didapat dari 5000 cuitan di twitter yang diambil pada tanggal 10 Desember 2022 pukul 01.33, dengan *query* tagar #FIFAWorldCup.



Graf tersebut memiliki 4189 simpul dan 4237 sisi.

```

# Mengecek Info Graph
print("Graph Info: ")
print(nx.info(G))

Graph Info:
Graph with 4189 nodes and 4237 edges

```

(Gambar 4.3 Info graf)

B. Analisis Derajat

Dari graf tersebut, dapat dianalisis rata-rata derajat simpul-simpul yang terdapat pada graf tersebut. Didapat bahwa graf tersebut memiliki rata-rata derajat 1.01

```

[47] # Rata-rata derajat semua simpul
G.number_of_edges() / G.number_of_nodes()

1.0114585820004773

```

(Gambar 4.4 Hasil perhitungan rata-rata derajat)

Berikut merupakan hasil simpul dengan derajat tertinggi. Simpul dengan derajat tertinggi dapat diidentifikasi sebagai pengguna dengan pengaruh atau influence terbesar dalam komunitasnya.

(Tabel 4.1 Tabel ID dengan derajat terbesar)

ID	Label Username	Derajat
3436726391	insoniascarvao	413
138372303	FIFAWorldCup	301
592885237	DalicZlatko	229
28631535	Alhilal_FC	229
790921536	HNS_CFF	152
22910295	ChelseaFC	126
511577335	vaidesmaiar	102
96951800	FCBarcelona	101
787361839827062788	forumpanldr	96
2891366827	RMCF_Minuto93	67
112764971	FCBarcelona_es	62
462312323	Football__Tweet	60

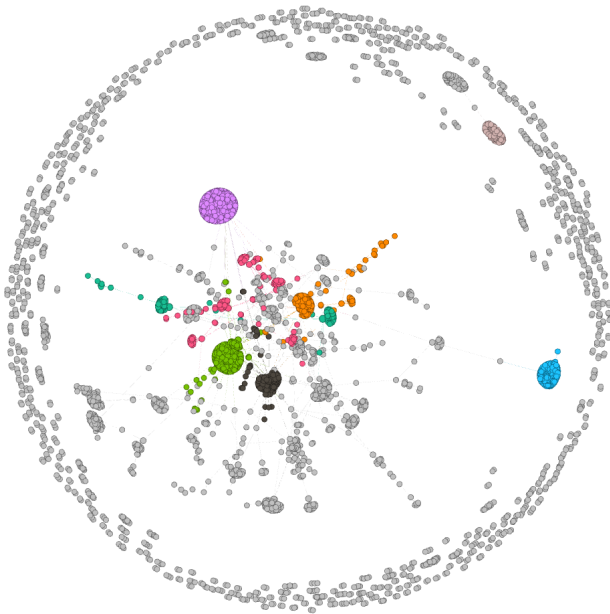
Dari hasil tersebut, didapatkan bahwa pengguna yang mempunyai pengaruh paling besar adalah pengguna dengan username insoniascarvao dan FIFAWorldCup.



(Gambar 4.5 Laman dua pengguna dengan derajat paling besar)

Berdasarkan gambar tersebut, kedua pengguna memiliki pengikut dan tingkat *engagement* yang tinggi pada setiap cuitannya.

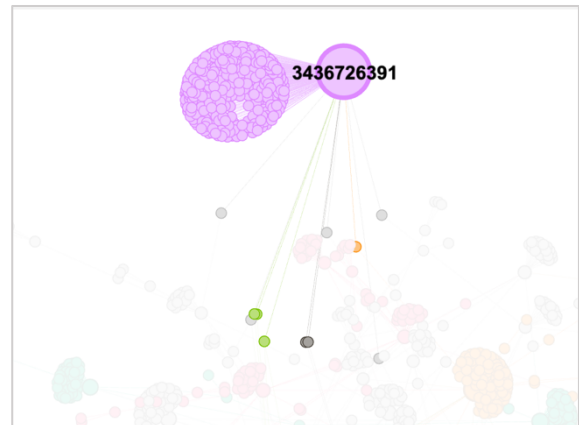
B. Visualisasi dengan Gephi



(Gambar 4.6 Visualisasi Komunitas #FIFAWorldCup Menggunakan Gephi)

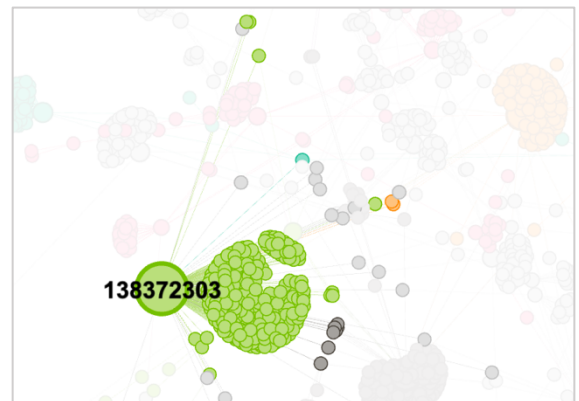
Berikut merupakan hasil pendeteksian komunitas yang didapatkan. Pada graf tersebut, terdapat 8 komunitas utama yang diwakili oleh warna-warna yang berbeda. Perlu diperhatikan bahwa terdapat banyak pengguna yang tidak berada dalam komunitas tersebut. Dalam kasus ini, dapat dianalisis bahwa banyak pengguna yang menggunakan tagar #FIFAWorldCup tetapi tidak berpartisipasi secara aktif dengan pengguna-pengguna lainnya.

Ketika setiap komunitas tersebut diperbesar, terdapat satu simpul utama dengan ukuran simpul terbesar. Besar simpul pada visualisasi ini merepresentasikan banyaknya derajat yang dimiliki. Dapat dianalisis bahwa ID simpul terbesar pada setiap komunitas terdapat pada table 4.1., yang menunjukkan bahwa simpul tersebut memiliki derajat terbesar.



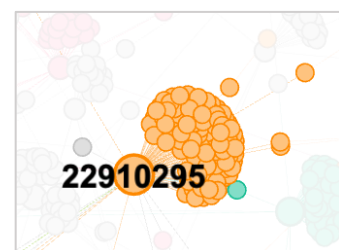
(Gambar 4.7 Simpul terbesar pada komunitas sampel 1)

Pengguna yang berpengaruh pada komunitas sampel 1 adalah username insoniascarvao. Perlu diperhatikan bahwa penulis mengubah letak simpul terbesar tersebut untuk menunjukkan ukurannya. Jika dianalisis lebih dalam, pengguna ini memiliki komunitas yang kuat dan erat, tetapi jauh hubungannya dengan komunitas lainnya.



(Gambar 4.8 Simpul terbesar pada komunitas sampel 2)

Pengguna yang berpengaruh pada komunitas sampel 2 adalah username FIFAWorldCup. Dapat dianalisis bahwa walaupun komunitasnya tidak sebesar komunitas sebelumnya, komunitas ini memiliki keterikatan yang cukup erat dengan komunitas lainnya. Ini dapat ditunjukkan oleh kedekatan simpul dengan komunitas dengan warna lain.



(Gambar 4.9 Simpul terbesar pada komunitas sampel 3)

Pada komunitas ketiga, pengguna dengan pengaruh paling besar adalah username ChelseaFC. Pengguna ini merupakan pengguna resmi dari tim sepak bola Chelsea. Pada kasus ini, dapat dianalisis bahwa komunitas ini kemungkinan besar adalah komunitas pecinta atau orang yang menyukai tim sepak bola Chelsea.

V. SIMPULAN

Pada makalah ini, telah didapatkan bahwa teori graf dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi sebuah komunitas di twitter dengan suatu algoritma tertentu.

Pendeteksian komunitas dalam suatu topik, seperti piala dunia 2022, dapat bermanfaat untuk berbagai alasan. Hal pertama yaitu twitter merupakan media sosial populer yang digunakan oleh berbagai kalangan untuk berbagi pemikiran dan opini mereka mengenai piala dunia. Menganalisis data twitter dapat memberikan sumber informasi tentang bagaimana orang bereaksi terhadap piala dunia, tim, atau pemain yang populer. Kedua, melalui makalah ini, dapat ditelusuri bagaimana sebuah informasi mengalir. Contohnya, tertera pada table 4.1., pengguna dengan pengaruh opini terbesar. Jika dikaitkan dengan topik lainnya, hal ini dapat mencegah terjadinya penyebaran informasi palsu. Memahami bagaimana sebuah informasi mengalir pada sebuah jaringan sosial juga salah satu cara untuk memahami bagaimana manusia bersosialisasi dan berinteraksi dengan sekitarnya.

VI. LAMPIRAN

Berikut merupakan beberapa lampiran

1. source code github yang digunakan untuk membuat makalah ini : <https://github.com/alishalistyaa/IF2120-Twitter-Community-Detection.git>
2. arsip dataset yang telah diperoleh dalam pengerjaan makalah: https://drive.google.com/drive/folders/10ylvW1ORLMoz9AtH88pPy64qhIZjSNUC?usp=share_link

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan makalah ini, terutama kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan hidayah-Nya, makalah ini dapat terselesaikan dengan lancar
2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis
3. Segenap keluarga dan teman yang telah menyemangati dan membantu penyelesaian makalah ini, termasuk teman (khususnya Tubes + Razan).
4. Dr. Fariska Zakhralativa Ruskanda, S.T., M.T., selaku dosen mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi permasalahan atas kesulitan penulisan makalah ini.
5. Bapak dan staf perpustakaan STEI ITB yang telah memberikan bantuan kepada penulis
6. Teman-teman pada Angkatan SUDO, khususnya kelas IF K2 yang telah saling membantu dalam menjalani perkuliahan dan telah belajar bersama dalam satu semester ini.

Semoga Tuhan yang Maha Esa membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi penulis, umumnya kepada pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Joshi, P. (2020, April 13). Getting started with community detection in graphs and Networks. Analytics Vidhya. Retrieved December 10, 2022, from <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/04/community-detection-graphs-networks/>
- [2] Jayawickrama, T. D. (2021, February 1). Community detection algorithms. Medium. Retrieved December 10, 2022, from <https://towardsdatascience.com/community-detection-algorithms-9bd8951e7dae>
- [3] Fortunato, S. (2010). *Community detection in graphs*. physics.soc-ph.
- [4] Vatsal. (2022, May 23). *Louvain's algorithm for community detection in python*. Medium. Retrieved December 10, 2022, from <https://towardsdatascience.com/louvains-algorithm-for-community-detection-in-python-95ff7f675306>
- [5] *Representation of the steps applied by the Louvain method on a ...* (n.d.). Retrieved December 10, 2022, from https://www.researchgate.net/figure/Representation-of-the-steps-applied-by-the-Louvain-method-on-a-synthetic-graph-At-each_fig1_221016951
- [6] Khan, B. S., & Niazi, M. A. (n.d.). *Network Community Detection: A Review and Visual Survey*. <https://arxiv.org/>. Retrieved December 10, 2022, from <https://arxiv.org/pdf/1708.00977.pdf>.
- [7] *Saving a Networkx graph in GEXF format and visualize using Gephi*. GeeksforGeeks. (2021, September 29). Retrieved December 10, 2022, from <https://www.geeksforgeeks.org/saving-a-networkx-graph-in-gexf-format-and-visualize-using-gephi/>
- [8] Munir, Rinaldi. 2022. Graf (Bag. 1): Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit. Merupakan slide bahan ajar perkuliahan. Diakses pada tanggal 9 Desember 2022.
- [9] Munir, Rinaldi. 2022. Pohon (Bag. 2): Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit. Merupakan slide bahan ajar perkuliahan. Diakses pada tanggal 9 Desember 2022.
- [10] Munir, Rinaldi. 2022. Pohon (Bag. 3): Bahan Kuliah IF2120 Matematika Diskrit. Merupakan slide bahan ajar perkuliahan. Diakses pada tanggal 9 Desember 2022.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 10 Desember 2022



Alisha Listya Wardhani