

Pemodelan dan Analisis Jaringan Penyebaran Hoaks di Platform X dengan Graf Berarah

Arini Karimatunnikmah, 13525097
Program Studi Teknik Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
Email: arinikarimatun.ak@gmail.com, 13525097@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Hoaks merupakan salah satu permasalahan serius di era digital ini. Makalah ini bertujuan untuk memodelkan dan menganalisis pola penyebaran hoaks hantavirus menggunakan representasi graf berarah (directed graph) berbasis simulasi. Data simulasi dibangun berdasarkan karakteristik jaringan penyebaran hoaks yang ditemukan pada penelitian sebelumnya, yaitu jaringan tersentralisasi dengan distribusi degree tidak merata. Analisis dilakukan menggunakan tiga metrik sentralitas: Degree Centrality, Betweenness Centrality, dan Closeness Centrality. Hasil simulasi menunjukkan adanya simpul-simpul dominan yang berperan sebagai superspreader dan jembatan komunikasi dalam jaringan. Pemodelan ini dapat digunakan sebagai dasar penyusunan strategi pemberantasan hoaks.

Kata Kunci—hoaks, graf berarah, degree centrality, betweenness centrality, closeness centrality, superspread.

I. PENDAHULUAN

Media sosial seperti X telah menjadi salah satu saluran utama penyebaran informasi di era digital. Namun, kemudahan berbagi informasi juga membuka peluang penyebaran hoaks secara masif dan cepat. Hal ini karena hoaks dibuat dengan memanfaatkan pola psikologi manusia yang cenderung merespons lebih cepat terhadap informasi yang bersifat mengejutkan. Emosi yang diperoleh ketika mendapat informasi hoaks mendorong seseorang untuk langsung menyebarkannya tanpa verifikasi lebih lanjut. Algoritma media sosial juga memengaruhi penyebaran hoaks karena memprioritaskan konten yang memiliki banyak interaksi.

Hoaks memiliki dampak yang sangat serius dan sangat luas dari menimbulkan kebencian, ketakutan, hingga gangguan mental yang dapat memengaruhi tingkah laku, emosi, dan komunikasi seseorang hingga menciptakan ketidakstabilan politik dan disintegrasi bangsa. Oleh karena itu, penting untuk

memahami dinamika jaringan penyebaran hoaks untuk mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

Untuk memahami dinamika penyebaran hoaks ini, diperlukan pendekatan matematis yang mampu merepresentasikan jaringan interaksi antar pengguna secara formal. Teori graf berarah menyediakan kerangka matematis yang tepat untuk persoalan ini.

Makalah ini bertujuan untuk: (1) Memodelkan jaringan penyebaran hoaks menggunakan graf berarah; (2) Menganalisis sentralitas simpul menggunakan metrik degree centrality, betweenness centrality, dan closeness centrality; dan (3) Mengidentifikasi simpul-simpul kritis yang berperan dominan dalam penyebaran hoaks.

II. DASAR TEORI

A. Konsep Dasar Graf

Teori graf adalah cabang ilmu matematika yang mempelajari struktur hubungan antara objek-objek yang disebut simpul (node) oleh sisi (edge). Graf adalah kumpulan titik (node) yang mungkin terhubung maupun tidak terhubung dengan garis (edge). Secara matematis graf didefinisikan sebagai $G = (V, E)$ dengan V adalah himpunan tidak kosong dari simpul-simpul (contoh: $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$) dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang simpul (contoh: $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ dengan $e_k = (v_i, v_j)$). Beberapa istilah dalam graf sebagai berikut.

1. Adjacent

Dua buah simpul dikatakan bertetangga bila keduanya terhubung langsung.

2. Incidency

Untuk sembarang sisi $e = (v_i, v_j)$ dikatakan e bersisian dengan v_i dan v_j .

3. Isolated Vertex

Simpul terencil adalah simpul dalam graf yang tidak bersisian dengan sisi manapun

4. Empty Graf

Empty graf adalah graf yang himpunan sisinya merupakan himpunan kosong.

5. Degree

Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengannya. Jumlah derajat dalam setiap graf selalu genap karena setiap sisi menghubungkan dua simpul.

B. Graf berarah

Graf berarah adalah graf yang memiliki arah pada setiap sisinya. Jumlah sisi yang keluar dari simpul adalah out degree dan jumlah sisi yang menuju simpul disebut in degree. Sisi berarah $e = (v_i, v_j)$ berarti terdapat sisi dari v_i ke v_j , tetapi belum tentu terdapat sisi dari v_j ke v_i .

C. Degree Centrality

Degree centrality mengukur seberapa banyak koneksi langsung yang dimiliki suatu simpul. Pada graf berarah, degree dibedakan menjadi dua, yaitu in-degree centrality dan out-degree centrality.

In-degree centrality mengukur jumlah sisi yang masuk ke simpul v yang merepresentasikan banyak akun yang mention atau reply terhadap postingan akun tersebut.

$$CD_{in}(v) = \frac{in-degree(v)}{n-1}$$

Out-degree centrality mengukur jumlah sisi yang keluar dari simpul v , merepresentasikan akun tersebut menyebarkan konten ke akun lain.

$$CD_{out}(v) = \frac{out-degree(v)}{n-1}$$

Dengan n adalah jumlah total simpul dalam graf.

D. Betweenness Centrality

Betweenness centrality mengukur seberapa sering suatu simpul berada pada lintasan terpendek antara pasangan simpul lainnya. Metrik ini berperan sebagai jembatan antar kelompok dalam jaringan.

$$CB(v) = \frac{\sum_{s \neq v \neq t} \sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$$

Simbol σ_{st} menyatakan jumlah lintasan terpendek dari s ke t . Sementara itu, $\sigma_{st}(v)$ menyatakan banyak lintasan terpendek dari s ke t yang melewati v . Simpul dengan betweenness tinggi merupakan titik kritis dalam penyebaran hoaks.

E. Closeness Centrality

Closeness centrality mengukur seberapa dekat suatu simpul dengan simpul lain dalam jaringan. Simpul dengan closeness centrality tinggi dapat menyebarkan informasi dalam langkah paling sedikit. Berikut rumusnya.

$$CC(v) = \frac{n-1}{\sum_{u \neq v} d(v,u)}$$

Dengan $d(v,u)$ adalah jarak terpendek dari simpul v ke u . Simpul dengan closeness centrality tinggi adalah akun strategis untuk penyebaran informasi hoaks secara cepat ke seluruh jaringan.

III. METODE

A. Desain Simulasi

Penyusunan makalah ini menggunakan data simulasi yang dibangun berdasarkan karakteristik jaringan penyebaran hoaks yang diidentifikasi oleh Mahrani dan Sartika (2025) pada kasus hoaks sains City Lights di Proxima b.

Pendekatan simulasi dengan data sintesis ini digunakan sebagai ilustrasi konsep dengan parameter yang didasarkan

pada karakteristik jaringan hoaks nyata yang ditemukan oleh Mahrani dan Sartika (2025). Pendekatan serupa juga digunakan oleh Sulastiano (2025) dalam analisis echo chamber.

Graf dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan library NetworkX. Jaringan terdiri dari 50 simpul dan sejumlah sisi. Graf berarah $G = (V, E)$ dibuat dengan definisi sebagai berikut.

1. Himpunan simpul V merepresentasikan akun-akun yang terlibat dalam penyebaran hoaks.
2. Himpunan sisi E merepresentasikan interaksi antar akun.
3. Sisi berarah (u,v) ada jika akun u melakukan mention atau reply terkait postingan hoaks dari v .

B. Parameter Simulasi

Berdasarkan temuan Maharani dan Sartika (2025), parameter simulasi ditetapkan sebagai berikut.

1. Jaringan memiliki distribusi yang tidak merata (scale-free) dengan beberapa simpul berdegree tinggi..
2. Terdapat 3-5 kluster sub jaringan yang terhubung melalui simpul-simpul jembatan.
3. Probabilitas koneksi antar kluster ditetapkan rendah (0,05) dibanding koneksi dalam kluster 0,3.
4. Terdapat 1-3 simpul yang berfungsi sebagai superspreader dengan out-degree jauh lebih tinggi daripada simpul lain.

C. Implementasi Program

Program simulasi diimplementasikan menggunakan bahasa Python dengan library NetworkX untuk konstruksi dan analisis graf, serta matplotlib untuk visualisasi. Berikut penjelasan kode program.

1. Inisiasi dan Pembentukan Graf

Bagian ini bertujuan menciptakan struktur jaringan yang mirip dengan pola penyebaran informasi di dunia nyata. Model Barabasi Albert menciptakan graf scale free yang mana node baru cenderung terhubung ke node yang sudah populer. Graf awal bersifat tak berarah, kemudian dilakukan konversi ke graf berarah untuk menunjukkan alur penyebaran informasi dari satu akun ke akun lain. Probabilitas 0,3 digunakan untuk membuat hubungan timbal balik.

```
G_undirected = nx.barabasi_albert_graph(50, 2, seed=42)
G = nx.DiGraph()
G.add_nodes_from(G_undirected.nodes())
for u, v in G_undirected.edges():
    G.add_edge(u, v)
    if random.random() < 0.3:
        G.add_edge(v, u)
```

Gambar 1. Bagian Inisiasi dan Pembentukan Graf

2. Penentuan Seed Node

Bagian ini menghitung out degree dari setiap node. Tiga node dengan out degre tertinggi dipilih sebagai seed nodes. Dalam konteks penyebaran hoaks seed node ini merepresentasikan akun-akun yang memiliki jangkauan paling luas.

```
degree_sorted = sorted(G.out_degree(), key=lambda x: x[1], reverse=True)
seed_nodes = [degree_sorted[0][0], degree_sorted[1][0], degree_sorted[2][0]]
print(f"Seed nodes (penyebar awal hoaks): {seed_nodes}")
```

Gambar 2. Bagian Penentuan Seed Node

3. Perhitungan Metrik Centrality

Bagian ini mengukur degree centrality, betweenness centrality, dan closeness centrality menggunakan fungsi bawaan library NetworkX.

```
degree centrality = nx.degree_centrality(G)
in_degree_centrality = nx.in_degree_centrality(G)
out_degree_centrality = nx.out_degree_centrality(G)
betweenness_centrality = nx.betweenness_centrality(G)
closeness_centrality = nx.closeness_centrality(G)
```

Gambar. 3 Bagian Perhitungan Metrik Sentralitas

4. Pelaporan data

Bagian ini menyajikan hasil perhitungan dalam format tabel agar mudah dianalisis.

[illegible]

Gambar 4. Bagian Output Hasil Perhitungan Metrik Sentralitas

5. Visualisasi Graf

Bagian ini memetakan hasil perhitungan ke dalam bentuk graf visual agar pola penyebaran dalam terlihat.

```
fig, axes = plt.subplots(1, 2, figsize=(16, 7))
fig.suptitle("Simulasi Jaringan Penyebaran Hoaks nRepresentasi Graf Berarah",
             fontsize=13, fontweight='bold')

node_colors = []
node_sizes = []
for node in G.nodes():
    if node in seed_nodes:
        node_colors.append('#e67c3c')
    elif betweenness centrality[node] > np.mean(list(betweenness centrality.values())):
        node_colors.append('#e67e22')
    else:
        node_colors.append('#3498db')
    node_sizes.append(300 + out_degree centrality[node] * 3000)
pos = nx.spring_layout(G, seed=42, k=0.8)
ax1 = axes[0]
ax1.set_title("Struktur Graf Berarah (Taps Label)", fontsize=11)
nx.draw_networkx_edges(G, pos, axw=1, alpha=0.3, arrows=True,
                       arrowstyle='gray',
                       connectionstyle='arc3,rad=0.1')
nx.draw_networkx_nodes(G, pos, axw=1, node_color=node_colors,
                       node_size=node_sizes, alpha=0.85)
seed_labels = [n: f"5{i+1}" for i, n in enumerate(seed_nodes)]
nx.draw_networkx_labels(G, pos, labels=seed_labels, axw=1,
                        font_size=8, font_weight='bold', font_color='white')
ax2 = axes[1]
ax2.set_title("Closeness Centrality (Warna = Nilai cc)", fontsize=11)
close_vals = [closeness centrality[n] for n in G.nodes()]
```

Gambar 5. Bagian Pembuatan Visualisasi Graf

```

nx.draw_networkx_edges(G, pos, ax=ax2, alpha=0.3, arrows=True,
                      arrowsize=8, edge_color='gray',
                      connectionstyle='arc3,rad=0.1')
nodes_draw = nx.draw_networkx_nodes(G, pos, ax=ax2,
                                     node_color=close_vals,
                                     cmap=plt.cm.Viridis,
                                     node_size=node_sizes, alpha=0.9)
nx.draw_networkx_labels(G, pos, labels=seed_labels, ax=ax2,
                       font_size=8, font_weight='bold')
plt.colorbar(nodes_draw, ax=ax2, label='Closeness Centrality')

legend_elements = [
    mpatches.Patch(color='#674c3c', label='Seed Node (Penyebarkan Awal)'),
    mpatches.Patch(color='#e67e22', label='Broker (Betweenness Tinggi)'),
    mpatches.Patch(color='#3498db', label='Node Biasa')
]

axes[0].legend(handles=legend_elements, loc='lower left', fontsize=8)
axes[0].axis('off')
axes[1].axis('off')

plt.tight_layout()
plt.savefig('graf_hooks.png', dpi=150, bbox_inches='tight')
plt.show()

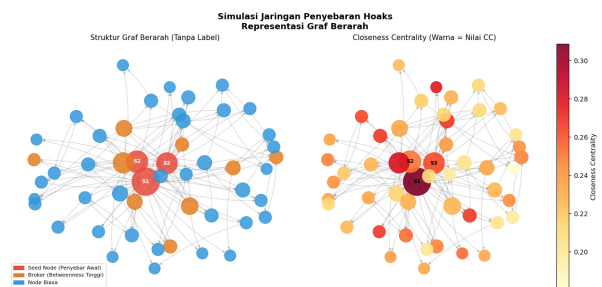
```

Gambar 6. Bagian Pembuatan Visualisasi Graf

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur Graf Simulasi

Graf berarah hasil simulasi terdiri dari 50 simpul dan sejumlah sisi yang terdistribusi tidak merata, mencerminkan karakteristik jaringan skala bebas. Sebagian besar simpul memiliki degree rendah, sementara beberapa simpul memiliki degree sangat tinggi. Pola ini sesuai dengan penemuan Mahrani dan Sartika (2025) yang telah dibahas sebelumnya. Graf terbagi menjadi beberapa kluster sub jaringan yang terhubung melalui simpul-simpul jembatan. Kluster terbesar merepresentasikan kelompok akun yang aktif menyebarkan klaim utama hoaks, sementara kluster yang lebih kecil merepresentasikan kelompok akun yang merespon atau mendiskusikan hoaks tersebut.



Gambar 7. Hasil visualisasi data simulasi.

B. Hasil Degree Centrality

Hasil perhitungan degree centrality menunjukkan distribusi yang sangat tidak merata. Simpul 0 memiliki nilai hampir

dua kali dari simpul 1 yang mana pada tabel 1 merupakan 5 simpul dengan nilai out-degree centrality tertinggi. Dengan demikian simpul 0, 1, dan 4 merupakan superspreader utama dalam jaringan simulasi penyebaran hoaks ini. Akun yang diwakili oleh simpul ini merupakan akun paling aktif menyebarkan konten hoaks ke akun-akun lain.

Rank	Node	Value
1	0	0,4898 (SEED)
2	1	0,2653(SEED)
3	4	0,2449(SEED)
4	5	0,2245
5	6	0,1224

Tabel 1. Lima Simpul Teratas Berdasarkan Out-Degree Centrality

Sementara itu, simpul dengan in-degree centrality tertinggi mewakili akun yang paling sering dibicarakan atau pihak terkait yang dituntut untuk memberikan klarifikasi. Dalam simulasi ini simpul dengan in-degree centrality tertinggi adalah simpul 0, 4, dan 8 dapat dilihat pada tabel 2.

Rank	Node	Value
1	0	0,2245 (SEED)
2	4	0,2245 (SEED)
3	8	0,1020
4	5	0,0816
5	16	0,0816

Tabel 2. Lima Simpul Teratas Berdasarkan In-Degree Centrality

C. Hasil Betweenness Centrality

Betweenness centrality mengidentifikasi simpul-simpul yang berfungsi sebagai jembatan antar klaster dalam jaringan. Tabel 3 menyajikan 5

simpul dengan betweenness centrality paling tinggi. Sebagai berikut.

Rank	Node	Value
1	0	0,3978 (SEED)
2	4	0,1764 (SEED)
3	5	0,1342
4	1	0,0933
5	8	0,0878

Tabel 3. Lima Simpul Teratas Berdasarkan Betweenness Centrality

Simpul dengan betweenness centrality tinggi merupakan titik kritis penyebaran hoaks. Pemblokiran atau penghapusan akun-akun ini efektif untuk memutus jalur komunikasi antar klaster dan memperlambat penyebaran hoaks. Uniknya, simpul dengan betweenness centrality tinggi tidak selalu merupakan seed node. Hal ini karena terdapat akun yang bukan penyebar utama tetapi memiliki peran kritis sebagai penghubung antar akun atau antar komunitas.

D. Hasil Closeness Centrality

Closeness centrality mengidentifikasi simpul-simpul yang dapat menjangkau seluruh jaringan dengan langkah paling sedikit. Tabel 4 di bawah ini menyajikan 5 simpul dengan nilai closeness centrality paling tinggi.

Rank	Node	Value
1	0	0,3087 (SEED)
2	5	0,2813
3	23	0,2776
4	13	0,2678
5	18	0,2678

Tabel 4. Lima Simpul Teratas Berdasarkan Closeness Centrality

Simpul dengan closeness centrality paling tinggi berada pada posisi strategis penyebaran hoaks. Konten yang disebar oleh akun yang diwakili oleh simpul 0, 5, 23, 13, serta 18 ini dapat menjangkau seluruh jaringan dengan rata-rata lintasan terpendek. Dalam konteks penyebaran hoaks, akun-akun ini menjadi prioritas utama untuk intervensi awal sebelum informasi menyebar lebih luas. Akun-akun ini dapat dimanfaatkan untuk menyebarkan klarifikasi hoaks sehingga informasi yang sebenarnya dapat menjangkau akun-akun yang telah terpapar berita hoaks dengan lebih cepat.

E. Perbandingan Ketika Metrik Sentralitas

Strategi mitigasi penyebaran hoaks yang efektif perlu memperhatikan ketiga metrik sebelumnya. Berikut perbandingan out-degree centrality, betweenness centrality, dan closeness centrality terurut berdasarkan peringkat nilai out-degree centrality pada tabel 5.

Node	Out-CD	CB	CC	Ket
0	0,4898	0,3978	0,3087	SEED
1	0,2653	0,0933	0,2497	SEED
4	0,2449	0,1764	0,2615	SEED
5	0,2245	0,1342	0,2813	-
6	0,1224	0,-421	0,2268	-

Tabel 5. Perbandingan Ketiga Metrik Centrality

Simpul dengan degree centrality tertinggi tidak selalu identik dengan simpul dengan betweenness atau closeness centrality yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah koneksi langsung tidak sepenuhnya menentukan posisi strategis dalam jaringan penyebaran hoaks.

V. SIMPULAN DAN SARAN

Makalah ini mendemonstrasikan bahwa graf berarah merupakan representasi matematis yang tepat untuk memodelkan jaringan penyebaran hoaks di media sosial. Melalui simulasi berbasis karakteristik jaringan hoaks nyata, dapat disimpulkan ketiga hal sebagai berikut. Pertama, jaringan penyebaran hoaks bersifat tersentralisasi dengan distribusi tidak merata. Kedua, Ketiga metrik sentralitas memberikan informasi yang saling melengkapi. Degree centrality mengidentifikasi superspreader, betweenness centrality mengidentifikasi broker jaringan, dan closeness centrality mengidentifikasi simpul dengan jangkauan paling efisien.

Dalam perspektif mitigasi penyebaran hoaks, simpul-simpul dengan betweenness centrality tinggi merupakan target intervensi yang paling efektif karena pemblokiran simpul tersebut akan memutus jalur komunikasi antar kluster dan memperlambat penyebaran hoaks secara signifikan. Sementara itu, simpul dengan closeness centrality tinggi perlu diprioritaskan untuk intervensi dini sebelum informasi menyebar ke seluruh jaringan.

Keterbatasan makalah ini adalah penggunaan data sintetis yang tidak sepenuhnya merepresentasikan kondisi nyata. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih besar dan non sintetis.

REFERENSI

- [1] A. S. Mahrani dan I. Sartika, "Analisis Jaringan Penyebaran Hoaks Sains 'City Lights di Proxima b' di X Menggunakan Social Network Analysis," *EduTIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 5, no. 4, hal. 808-815, Agu. 2025.
- [2] M. H. P. Sulastianto, "Echo Chamber Detection in Twitter Networks: A Graph-Theoretic Approach via Weighted Undirected Subgraph," Makalah IF1220 Matematika Diskrit, Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2025.

[3] R. Munir, "Kombinatorika (Bagian 1)," Bahan Kuliah IF1220 Matematika Diskrit, Program Studi Teknik Informatika, STEI-ITB, 2026.

[4] R. Munir, "Kombinatorika (Bagian 2)," Bahan Kuliah IF1220 Matematika Diskrit, Program Studi Teknik Informatika, STEI-ITB, 2026.

[5] PGSD FIP UNESA, "Misteri di Balik Hoax: Mengapa Informasi Palsu Menyebar Begitu Cepat dan Cara Mencegahnya," PGSD FIP UNESA, [Online]. Available:
<https://pgsd.fip.unesa.ac.id/post/misteri-di-balik-hoax-mengapa-informasi-palsu-menyebarkan-begitu-cepat-dan-cara-mencegahnya>. [Diakses : 19-Jun-2026].

[6] Scribd, "Graf Berarah," Scribd, [Online]. Available:
<https://id.scribd.com/document/510158672/GRAF-BERARAH>. [Diakses: 19-Jun-2026].

[7] Google Books, "Graf Berarah Hoaks," Google Books, [Online]. Available:
https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=8AzhEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=graf+berarah+hoaks&ots=40AATXYpa2&sig=KnIRNO91AK19LNpwi-MB0cJ4pqM&redir_esc=y. [Diakses: 19-Jun-2026].

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, 19 Juni 2025



Arini Karimatunnikah