e-ISSN: 2714-5506
p-ISSN: 2714-609X

**SQUARE : Journal of Mathematics and Mathematics Education**
Volume 8, No. 1, 2026, pp. 17-31
http://dx.doi.org/10.21580/square.2026.8.1.28709

# Penerapan Graf Berarah Berbobot dalam Visualisasi Jaringan Sosial dan Identifikasi Potensi Konflik Siswa di Kelas

Sultan Abdul Bimantara[1], Sherlyana[1], Nurfadillah[1], Yusuf Ramadana[2], Syamsuddin Mas'ud[2*]
[1] Pendidikan Matematika Universitas Negeri Makassar, [2] Matematika Universitas Negeri Makassar
[*] syamsuddinm@unm.ac.id

**ABSTRAK**

Interaksi sosial antar siswa memegang peranan penting dalam menciptakan lingkungan belajar yang positif. Namun, konflik tersembunyi seperti dominasi, isolasi, dan ketimpangan peran sering kali luput dari perhatian guru. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan arah dan intensitas hubungan sosial siswa melalui integrasi graf berarah dan graf berbobot, guna mengungkap struktur jaringan sosial secara menyeluruh. Subjek penelitian ini adalah siswa SMA Negeri 11 Bone. Data dikumpulkan melalui kuesioner secara daring, kemudian diolah menjadi matriks berarah berbobot dan divisualisasikan dalam bentuk graf. Analisis dilakukan menggunakan ukuran sentralitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model graf berarah berbobot secara efektif merepresentasikan struktur sosial siswa di kelas. Model ini dapat dimanfaatkan oleh guru dan konselor untuk memahami dinamika sosial dan merancang intervensi yang lebih tepat guna dalam menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan kolaboratif.
**Kata Kunci**: graf berarah berbobot, siswa, konflik sosial, visualisasi graf.

***ABSTRACT***

*Social interaction among students plays an important role in creating a positive learning environment. However, hidden conflicts such as domination, isolation, and role inequality often go unnoticed by teachers. This study aims to map the direction and intensity of student social relationships through the integration of directed graphs and weighted graphs, in order to reveal the overall structure of social networks. The research subjects were students in class XII MIPA 1 at SMA Negeri 11 Bone. Data was collected through an online questionnaire, then processed into a weighted directed matrix and visualized in graph form. Analysis was conducted using centrality measures. The results of the study indicate that the weighted directed graph model effectively represents the social structure of students in the class. This model can be utilized by teachers and counselors to understand social dynamics and design more effective interventions in creating an inclusive and collaborative learning environment.*
***Keywords****: weighted directed graph, student, social conflict, graph visualization.*

## 1. PENDAHULUAN

Interaksi sosial memiliki peran penting dalam pendidikan karena menjadi dasar hubungan antar individu di lingkungan sekolah. Dalam konteks ini, siswa merupakan individu yang terlibat dalam berbagai situasi sosial, di mana terdapat hubungan antara manusia yang satu dengan manusia yang lain yang dapat saling memengaruhi (Risal & Alam, 2021). Hubungan yang terjalin antar manusia menghasilkan keterikatan yang menetap dan pada akhirnya memungkinkan terbentuknya struktur sosial, di mana nilai, makna, dan interpretasi yang diberikan oleh masing-masing pihak sangat menentukan kualitas dari hubungan sosial (Heliyanty,2022). Oleh karena itu, kualitas hubungan sosial yang terbentuk di antara siswa menjadi salah satu faktor kunci dalam menciptakan dinamika pembelajaran yang mendukung di dalam kelas.

Interaksi sosial antar siswa yang baik akan menciptakan hubungan yang harmonis. Hal ini dapat dilihat dari adanya suatu kerjasama, saling menghormati dan saling menghargai. Kerjasama semakin tercipta tatkala ditemukan suatu permasalahan dalam proses pembelajaran di sekolah. Peserta didik akan dengan senang hati saling berdiskusi dan saling membantu dalam memecahkan masalah kesulitan belajar yang dihadapinya. Interaksi sosial yang baik di antara peserta didik juga dapat menciptakan sikap saling menghargai dan terciptanya suasana yang nyaman dalam belajar serta akan mendorong peserta didik untuk berprestasi di lingkungan sekolah (Fatimah dkk., 2019).

Meskipun hubungan sosial antar siswa diharapkan dapat menciptakan suasana belajar yang harmonis, kenyataannya tidak jarang muncul berbagai permasalahan konflik sosial di kalangan teman sebaya yang mengganggu dinamika pembelajaran di kelas. Konflik merupakan kondisi yang muncul ketika terdapat ketidaksepakatan atau perbedaan sudut pandang antara individu, kelompok, atau organisasi. Situasi ini ditandai dengan adanya kecenderungan masing-masing pihak untuk mempertahankan kepentingannya, setidaknya antara dua kelompok yang memiliki pandangan serta tujuan berbeda. Akibatnya, mereka berada dalam posisi saling berseberangan dan tidak menjalin kerja sama dalam mencapai tujuan tertentu (Suncaka, 2023). Permasalahan sosial yang terjadi dalam hubungan teman sebaya di sekolah merupakan fenomena yang sering luput dari perhatian, namun memiliki dampak signifikan terhadap perkembangan belajar dan psikologis siswa. Konflik pada siswa sering kali disebabkan karena perbedaan pendapat, kurangnya rasa saling menghargai, rendahnya kemampuan bekerja sama, dan tidak adanya kenyamanan saat berdiskusi. Hal ini mengakibatkan interaksi siswa menjadi rendah (Gaho dkk., 2021). Siswa yang interaksinya rendah cenderung menutup diri dari lingkungannya.

Sekolah menghadapi berbagai tantangan dalam memahami hubungan sosial siswa secara sistematis dan objektif, seperti jumlah guru yang belum memadai untuk melakukan pendampingan secara personal, kurangnya pelatihan khusus untuk menangani isu sosial kompleks, minimnya koordinasi antara guru kelas dan guru konseling dalam mengamati dinamika perilaku siswa, serta rendahnya pemahaman siswa dan orang tua terhadap fungsi pendampingan sebagai pengembangan diri, bukan sekadar solusi saat masalah terjadi. Hambatan-hambatan ini berdampak langsung pada terbatasnya pemetaan sosial dan pemahaman yang menyeluruh terhadap interaksi siswa di lingkungan sekolah (Rangkuti dkk.,

2025). Dalam menjawab tantangan tersebut, pendekatan berbasis data seperti analisis jaringan sosial menjadi solusi potensial.

Jaringan sosial merupakan interaksi sosial yang terjadi di dunia nyata baik interaksi individu atau kelompok yang dapat direpresentasikan menggunakan model matematika khususnya teori graf (Ulandari & Zahra, 2023). Graf merupakan salah satu cabang ilmu matematika yang mempelajari hubungan antar titik (*node*) dan sisi (*edge*) (Sirait dkk., 2024). Titik (*node*) dalam analisis jaringan sosial menggambarkan aktor atau individu, sedangkan sisi (*edge*) digunakan untuk mengetahui hubungan yang terjadi antar individul atau aktor dalam jaringan sosial (Bakry & Kusmayadi, 2021). Analisis jaringan sosial yang terbentuk antar siswa dalam lingkungan sekolah dapat membantu pendidik mengidentifikasi dinamika relasi seperti dominasi, ketergantungan, perundungan, atau keterisolasian, yang dapat dianalisis lebih lanjut melalui arah dan bobot hubungan antar siswa (Vieytes, 2023).

Graf berarah adalah graf yang setiap sisinya memiliki orientasi arah (Addani, 2022). Sisi pada graf berarah disebut dengan busur, yang ditulis sebagai pasangan terurut $(u, v)$. Dalam hal ini, sisi $(u, v)$ menyatakan busur yang berarah dari simpul $u$ ke simpul $v$. Oleh karena itu, sisi $(u, v) \neq (v, u)$, karena arah kedua sisi tersebut berbeda. Pada sisi $(u, v)$, titik $u$ disebut titik asal, sedangkan titik $v$ disebut titik terminal. Graf berarah sering digunakan untuk menganalisis keterlibatan siswa dalam diskusi kelompok. Sementara itu, graf yang setiap sisinya diberi harga atau bobot disebut graf berbobot. Tiap sisi memiliki bobot yang berbeda sesuai dengan konteks masalah yang dimodelkan. Dalam konteks graf berbobot, penting untuk memperhatikan panjang lintasan, yaitu jumlah dari seluruh bobot sisi yang dilalui dalam suatu lintasan tertentu. Konsep ini berguna, misalnya, untuk mengukur kedekatan atau jalur terpendek antar simpul dalam jaringan sosial (Budayasa, 2007).

Beberapa studi telah membuktikan efektivitas teori graf dalam memetakan jaringan sosial. Graf berarah telah dimanfaatkan untuk memetakan hubungan sosial antar pengguna instagram, di mana simpul mewakili akun pengguna dan sisi berarah menunjukkan relasi ”mengikuti” (Ulandari & Zahra, 2023). Selanjutnya, graf berbobot dapat digunakan secara efektif untuk memetakan keterhubungan sosial dalam sistem rekomendasi pertemanan berbasis geolokasi. Dalam model tersebut, bobot sisi graf mencerminkan tingkat kedekatan antar individu, dan arah hubungan diperhatikan untuk menilai pola keterhubungan secara dua arah (Adnan, 2023). Pendekatan graf berarah dan berbobot juga berhasil dimanfaatkan untuk menganalisis jaringan penyebaran informasi di X. Setiap akun direpresentasikan sebagai simpul, dan interaksi antar akun dinyatakan dalam bentuk sisi berarah dengan bobot tertentu. Model mampu mengidentifikasi akun yang memiliki peran paling berpengaruh dalam jaringan sosial digital (Rafi’Addani dkk., 2023). Pendekatan yang sama juga dapat diterapkan dalam konteks hubungan sosial siswa di dalam kelas, di mana simpul mewakili siswa dan arah atau bobot sisi mencerminkan arah serta kekuatan relasi pertemanan. Dengan demikian, penggunaan graf berarah dan berbobot memungkinkan peneliti untuk mengamati dinamika relasi interpersonal secara lebih akurat, termasuk potensi konflik akibat ketidakseimbangan hubungan sosial.

Dengan mengintegrasikan graf berarah berbobot, penelitian ini bertujuan menggambarkan arah dan intensitas interaksi antar siswa di dalam kelas, sekaligus mengidentifikasi ketimpangan relasi yang berpotensi menimbulkan konflik seperti dominasi atau isolasi serta mengungkap peluang kolaborasi. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab

kekurangan pendekatan sebelumnya yang hanya menerapkan graf berarah atau graf berbobot secara terpisah dan belum menyatukan kedua aspek tersebut dalam memetakan hubungan sosial, khususnya dalam bidang pendidikan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pemahaman guru dan konselor terhadap dinamika kelas yang sering terlewatkan oleh pengamatan langsung, sehingga intervensi sosial dan pedagogis dapat dirancang lebih tepat sasaran. Oleh karena itu, urgensi penelitian ini terletak pada perlunya alat bantu berbasis data yang mampu menyajikan informasi sosial secara sistematis, akurat, dan aplikatif guna mendukung pengelolaan hubungan siswa di lingkungan sekolah.

## 2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk memodelkan dan menganalisis hubungan pertemanan antar siswa di dalam kelas menggunakan graf berarah dan berbobot. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi potensi konflik relasi sosial berdasarkan arah dan kekuatan hubungan yang tidak timbal balik antar siswa. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 11 Bone. Adapun subjek penelitian ini adalah siswa kelas XII MIPA 1 SMA Negeri 11 Bone.

Tabel 2.1. Daftar Nama Responden

| Label Simpul | Responden | Label Simpul | Responden |
|---|---|---|---|
| A | R-1 | O | R-15 |
| B | R-2 | P | R-16 |
| C | R-3 | Q | R-17 |
| D | R-4 | R | R-18 |
| E | R-5 | S | R-19 |
| F | R-6 | T | R-20 |
| G | R-7 | U | R-21 |
| H | R-8 | V | R-22 |
| I | R-9 | W | R-23 |
| J | R-10 | X | R-24 |
| K | R-11 | Y | R-25 |
| L | R-12 | Z | R-26 |
| M | R-13 | AA | R-27 |
| N | R-14 | | |
| O | R-15 | | |

Pada penelitian ini, sebelum menyebarkan kuesioner kepada responden yang sebenarnya, peneliti terlebih dahulu melakukan uji coba (*pilot test*). Responden pilot test adalah satu rombongan belajar kelas XII program MIPA lainnya. Hasil uji coba tersebut digunakan untuk memvalidasi kejelasan instruksi pengisian kuesioner. Berdasarkan evaluasi keterbacaan, dilakukan revisi teknis berupa penambahan contoh simulasi pengisian pada bagian petunjuk penggunaan guna meminimalisir kesalahan interpretasi dan ambiguitas jawaban responden.

Teknik analisis data dalam penelitian ini terdiri dari dua tahapan utama. Pertama, dilakukan visualisasi graf hubungan sosial antar siswa dengan merepresentasikan setiap siswa sebagai simpul (*node*), sementara hubungan pertemanan digambarkan sebagai sisi (*edge*) yang berarah. Arah sisi menunjukkan siapa yang menginisiasi hubungan, sedangkan bobot sisi

mencerminkan tingkat keakraban berdasarkan skala kuesioner. Hasil visualisasi ini menghasilkan graf yang bersifat berarah dan berbobot.

Data dikumpulkan melalui kuesioner tertutup, yang disusun dalam format daftar teman sekelas. Sebelum pengumpulan data, penelitian ini telah mendapatkan izin dari pihak sekolah. Pada bagian awal kuesioner, diterapkan mekanisme pernyataan kesediaan responden. Partisipasi bersifat sukarela, di mana siswa diwajibkan melakukan konfirmasi persetujuan pada laman awal sebelum dapat mengakses dan menjawab butir pertanyaan penelitian. Data disimpan dalam bentuk matriks relasi berarah dan berbobot, dengan baris mewakili pemberi skor dan kolom mewakili penerima skor. Setiap siswa diminta menilai kedekatan sosialnya dengan teman lainnya menggunakan skala pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Skala

| Skor | Keterangan | Indikator Utama |
|---|---|---|
| 3 | Sangat akrab | Frekuensi interaksi harian, kepercayaan penuh, kerja sama intens. |
| 2 | Akrab/biasa saja | Interaksi wajar, saling mengenal, tanpa konflik, kedekatan sedang. |
| 1 | Tidak akrab | Komunikasi terbatas, interaksi minim, keterlibatan emosional rendah. |
| 0 | Tidak berteman/pernah konflik | Tidak ada kedekatan, pengalaman negatif, indikator isolasi. |

Kedua, dilakukan analisis sentralitas (*centrality*) untuk mengidentifikasi peran masing-masing siswa dalam jaringan sosial, yang mencakup *degree centrality, closeness centrality, betweenness centrality, dan eigenvector centrality*. Analisis sentralitas (*centrality*) ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Cytoscape, yang berfungsi untuk memvisualisasikan serta menghitung parameter-parameter jaringan.

a. *Degree Centrality*

*Degree centrality* adalah banyaknya sisi atau interaksi yang dimiliki oleh suatu simpul (Ramadhan, 2020). Semakin tinggi sentralitas suatu simpul, maka semakin banyak pula hubungan atau interaksinya dengan simpul lain.

$$CD(N_i) = d(N_i)$$

*CD* : *Degree centrality*
$N_i$ : Jumlah Simpul i dalam jaringan
$d(N_i)$ : Banyaknya jumlah dalam simpul $N_i$ dalam melakukan interaksi dengan simpul lain

b. *Closeness Centrality*

*Closeness centrality* adalah jarak antara suatu simpul dengan simpul lainnya dalam suatu jaringan (Kartino dkk., 2021). Semakin tinggi *closeness centrality* suatu simpul, maka semakin dekat pula jarak simpul tersebut dengan simpul lainnya. Sebagaimana dinyatakan dalam rumus berikut.

$$CC(Ni) = \frac{n-1}{\sum_{j=1}^{n} d(i,j)}$$

*CC* (*Ni*) : Jumlah simpul yang memiliki oleh *closseness centrality*
*Ni* : Jumlah simpul dalam jaringan
*d*(*i,j*) : Jumlah yang menghubungkan jalur relasi terpendek

c. *Betweenness Centrality*

*Betweenness centrality* adalah seberapa sering suatu simpul digunakan oleh simpul lain menuju simpul lain. *Betweenness centrality* dapat juga dikatakan sebagai banyaknya suatu simpul digunakan sebagai perantara (Ramadhan, 2020). Sebagaimana dinyatakan dalam rumus berikut.

$$CB(Ni) = \frac{\sum G_{jk}(N_i)}{G_{jk}}$$

$CB\ (N_i)$ : Jumlah simpul yang dimiliki oleh *betweeneess centrality*

$G_{jk}(N_i)$ : Simpul dengan jumlah jalur terpendek dari simpul *j* ke simpul *k* yang melewati simpul *i*

$G_{jk}$ : Banyaknya jumlah jalur terpendek antara 2 buah simpul dalam network

d. *Eigenvector Centrality*

*Eigenvector centrality* adalah perhitungan untuk mengetahui tingkat kerentangan suatu simpul berdasarkan jumlah koneksi dan hubungannya dengan simpul yang lain (Kartino dkk., 2021). Semakin besar nilanya, maka semakin penting simpul tersebut dalam jaringan.

$$Ci(\beta) = \sum(\alpha + \beta cj)Aji$$
$$C(\beta) = \alpha(1 - \beta A) - A1$$

*A* : Konstansi normalisasi (skala *vector*)

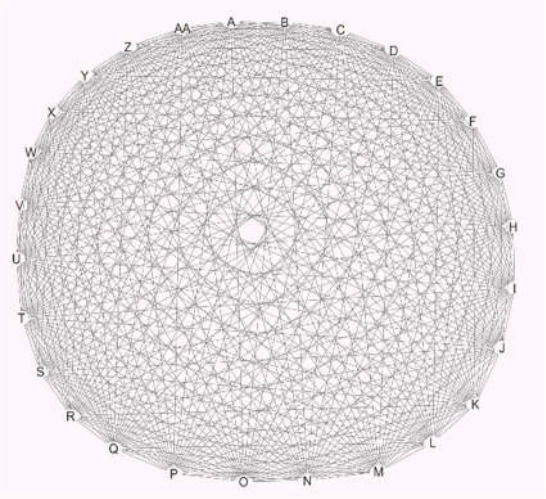
*B* : Banyak suatu titik mempunyai bobot

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hubungan sosial antar siswa yang diperoleh melalui penyebaran kuesioner selanjutnya disusun ke dalam bentuk matriks pada Tabel 3.1, di mana setiap baris menunjukkan pemberi nilai dan setiap kolom menunjukkan penerima nilai. Nilai dalam matriks merepresentasikan arah dan kekuatan hubungan sosial antar siswa yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembentukan graf yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Tabel 3.1: Matriks Keterhubungan

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | W | X | Y | Z | AA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **A** | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| **B** | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| **C** | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| **D** | 3 | 1 | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| **E** | 1 | 3 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| **F** | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| **G** | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| **H** | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| **I** | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **J** | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| **K** | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| **L** | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 |
| **M** | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| **N** | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **O** | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| **P** | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| **Q** | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| **R** | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **S** | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| **T** | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| **U** | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| **V** | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| **W** | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| **X** | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 |
| **Y** | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| **Z** | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 |
| **AA** | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 |




Gambar 3.1: Graf Hubungan Sosial Antar Siswa

### 3.1. Analisis *Centrality*

Berdasarkan data yang diperoleh, dilakukan analisis sentralitas (*centrality*). Hasil analisis sentralitas ini disajikan secara terperinci dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Perhitungan Centrality

| No. | Simpul | In Degree | Out Degree | Selisih Degree | Closeness | Betweness | Eigenvector |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A | 55 | 54 | 1 | 2,02597 | 0,14285 | 0,17732 |
| 2 | B | 57 | 58 | -1 | 2,19718 | 0,44451 | 0,18946 |
| 3 | C | 65 | 62 | 3 | 2,36363 | 2,03376 | 0,20425 |
| 4 | D | 61 | 63 | -2 | 2,22857 | 1,03333 | 0,19231 |
| 5 | E | 67 | 53 | 14 | 2,43750 | 0,55940 | 0,21074 |
| 6 | F | 60 | 59 | 1 | 2,13698 | 0,27424 | 0,18620 |
| 7 | G | 67 | 60 | 7 | 2,47619 | 1,91227 | 0,21317 |
| 8 | H | 57 | 52 | 5 | 2,16665 | 0,15384 | 0,18690 |
| 9 | I | 58 | 74 | -16 | 2,36364 | 0,78449 | 0,20487 |
| 10 | J | 59 | 70 | -11 | 2,32835 | 1,09368 | 0,20241 |
| 11 | K | 62 | 76 | -14 | 2,55737 | 0,0 | 0,22099 |
| 12 | L | 59 | 67 | -8 | 2,22857 | 0,0 | 0,19561 |
| 13 | M | 56 | 57 | -1 | 2,13698 | 0,88003 | 0,18301 |
| 14 | N | 55 | 68 | -13 | 2,29111 | 1,04197 | 0,19897 |
| 15 | O | 59 | 64 | -5 | 2,29411 | 1,80150 | 0,19973 |
| 16 | P | 62 | 60 | 2 | 2,13698 | 0,0 | 0,18685 |
| 17 | Q | 62 | 78 | -16 | 2,6 | 0,0 | 0,22295 |
| 18 | R | 64 | 72 | 8 | 2,47619 | 0,0 | 0,2135 |
| 19 | S | 62 | 66 | 4 | 2,4 | 0,0 | 0,20794 |
| 20 | T | 67 | 71 | 4 | 2,4 | 0,91773 | 0,20733 |
| 21 | U | 64 | 48 | 16 | 1,85714 | 0,14285 | 0,15269 |
| 22 | V | 63 | 48 | 15 | 1,87951 | 2,4754 | 0,15541 |
| 23 | W | 60 | 55 | 5 | 1,99998 | 1,88003 | 0,17239 |
| 24 | X | 56 | 48 | 8 | 1,90243 | 0,08333 | 0,16106 |
| 25 | Y | 62 | 55 | 7 | 2,07996 | 3,85427 | 0,17543 |
| 26 | Z | 64 | 56 | 8 | 2,07996 | 2,86336 | 0,17765 |
| 27 | AA | 65 | 54 | 11 | 2,05263 | 5,08046 | 0,17191 |

Berdasarkan Tabel 3.2 yang memuat nilai *in-degree, out-degree, selisih degree, closeness, betweenness*, dan *eigenvector* untuk setiap simpul, dapat diidentifikasi pola peran dan posisi siswa dalam struktur jaringan kelas. Nilai-nilai sentralitas tersebut selanjutnya akan dibahas satu per satu untuk memahami sejauh mana setiap siswa berperan sebagai penghubung, pusat kegiatan sosial, atau individu yang terpinggirkan.

a. *Degree Centrality*

Analisis *degree centrality* pada graf berarah perlu dibedakan menjadi dua indikator utama, yaitu derajat masuk (*in-degree*) dan derajat keluar (*out-degree*), karena keduanya merepresentasikan konsep sosiologis yang berbeda. Berdasarkan kerangka kerja Borgatti dkk. (2018), *in-degree* berkaitan dengan konsep popularitas atau prestise, yang diukur dari banyaknya nominasi yang diterima seorang siswa dari teman sekelasnya. Sebaliknya, *out-degree* mencerminkan aktivitas atau ekspansivitas sosial, yaitu inisiatif siswa dalam memilih atau menjangkau orang lain.

Oleh karena itu, tingginya nilai *out-degree* tidak serta-merta menunjukkan keakraban yang terjalin (*mutual*), melainkan menunjukkan tingkat ekspansivitas (*expansiveness*) atau persepsi subjektif siswa tersebut yang merasa dekat dengan banyak orang. Untuk mengidentifikasi pola hubungan yang tidak seimbang, dilakukan analisis selisih derajat (*degree difference*) dengan rumus $Selisih = d_{in} - d_{out}$. Interpretasi terhadap nilai positif dan negatif selisih ini mengacu pada definisi operasional interaksi sosial yang disajikan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Interpretasi Indikator Degree Centrality pada Graf Berarah

| Indikator | Definisi Operasional (Borgatti dkk., 2018) | Interpretasi Dinamika Sosial |
|---|---|---|
| *In Degree* | Jumlah pilihan/nominasi yang diterima (*choices received*) oleh aktor. | Popularitas/Penerimaan: Tingkat penerimaan atau pengakuan siswa oleh kelompoknya |
| *Out Degree* | Jumlah pilihan/nominasi yang dibuat (*choices made*) oleh aktor. | Ekspansivitas/Inisiatif: Tingkat keaktifan siswa dalam berinteraksi sosial. |
| Selisih Positif ($d_{in} > d_{out}$) | Prestise lebih besar daripada aktivitas memilih. | Selektif namun Populer: Populer dan banyak dicari meskipun tidak terlalu aktif menjangkau orang lain. |
| Selisih Negatif ($d_{in} < d_{out}$) | Aktivitas memilih lebih besar daripada prestise yang diterima. | Inisiatif Tidak Berbalas: Inisiatif tinggi namun tidak mendapatkan respons setara (potensi frustrasi) |

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 3.2, siswa dengan *in-degree* tertinggi adalah E, G, dan T (nilai 67), serta C dan AA (nilai 65). Mengacu pada interpretasi Borgatti dkk. (2018), tingginya *in-degree* ini menegaskan bahwa mereka memiliki prestise sosial yang tinggi; artinya, kehadiran mereka diakui dan diterima secara luas oleh mayoritas anggota kelas.

Di sisi lain, siswa dengan *out-degree* tertinggi adalah Q (78), K (76), dan I (74). Nilai *out-degree* yang tinggi ini menunjukkan bahwa siswa-siswa tersebut memiliki tingkat aktivitas sosial atau ekspansivitas yang tinggi dalam memilih teman. Namun, tingginya angka ini harus diinterpretasikan dengan hati-hati sebagai upaya inisiatif dari siswa tersebut, bukan bukti terjadinya hubungan timbal balik yang erat. Hal ini terbukti melalui analisis selisih derajat.

Siswa Q, I, dan K memiliki selisih negatif yang signifikan (masing-masing –16, –16, dan –14). Secara matematis, nilai negatif ini menunjukkan kondisi $d_{in} > d_{out}$, di mana jumlah "pilihan yang dibuat" jauh melebihi "pilihan yang diterima". Ketimpangan ini mengindikasikan bahwa inisiatif mereka untuk membangun hubungan (*social outreach*) belum mendapatkan respons yang seimbang dari lingkungan sosialnya. Dalam konteks potensi konflik, kondisi ini menandakan adanya harapan hubungan yang tidak terpenuhi (*unreciprocated friendship*), yang dapat menjadi indikator awal kerentanan sosial atau perasaan terisolasi meskipun siswa tersebut merasa aktif bergaul.

Sebaliknya, siswa U dan V memiliki selisih positif besar (+16 dan +15). Mereka menerima banyak nominasi ($d_{in}$ tinggi) meskipun sedikit memberikan nominasi ($d_{out}$ rendah). Ini menunjukkan posisi sosial yang kuat dan efisien, di mana mereka menjadi magnet sosial tanpa harus secara agresif mempromosikan hubungan. Sementara itu, siswa dengan selisih mendekati nol (seperti A, B, F, M) menunjukkan keseimbangan antara inisiatif yang diberikan dengan penerimaan yang didapat, mencerminkan stabilitas emosional dalam jejaring pertemanan mereka.

b. *Closeness Centrality*

*Closeness centrality* mengukur seberapa dekat seorang siswa dengan seluruh siswa lain dalam jaringan melalui lintasan terpendek (*geodesic*). Menurut Borgatti dkk. (2018), indikator ini pada dasarnya adalah ukuran independensi dan efisiensi. Semakin tinggi nilai *closeness*, semakin pendek jarak rata-rata yang harus ditempuh siswa tersebut untuk menghubungi orang lain, yang berarti ia dapat berinteraksi secara cepat tanpa terlalu bergantung pada perantara.

Dalam graf berarah, nilai ini merepresentasikan "aksesibilitas keluar" (*out-reach*), yaitu kemampuan siswa untuk menjangkau seluruh jaringan. Interpretasi nilai *closeness* disajikan dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Interpretasi Nilai Closeness Centrality

| Kategori Nilai | Karakteristik Matematis | Interpretasi Peran Sosial (Borgatti dkk., 2018) | Implikasi dalam Konflik |
|---|---|---|---|
| Tinggi | Nilai berada di kuartil atas. | Independensi Tinggi: Siswa memiliki jarak sosial terpendek ke semua teman. Ia tidak bergantung pada orang lain untuk menyebarkan informasi. | Rendah. Namun berpotensi menjadi dominan dalam arus informasi. |
| Sedang | Nilai berada di sekitar rata-rata. | Aksesibilitas Standar: Siswa terhubung cukup baik, namun pada jalur tertentu masih membutuhkan perantara. | Sedang. Bergantung pada kualitas hubungan dengan perantara. |
| Rendah | Nilai berada di kuartil bawah. | Dependensi Tinggi: Siswa berada di posisi pinggiran (*peripheral*). Ia harus melewati banyak perantara untuk berinteraksi, sehingga sangat bergantung pada orang lain. | Tinggi. Rentan mengalami isolasi, kesalahpahaman informasi, atau perasaan terasing (*alienation*). |

Berdasarkan Tabel 3.2, siswa dengan nilai *closeness* tertinggi adalah Q (2,6), diikuti oleh K (2,557) dan G (2,476). Tingginya nilai ini menunjukkan bahwa mereka menempati posisi paling strategis dan efisien dalam jaringan. Dengan kata lain, mereka dapat menjangkau hampir

seluruh teman sekelas dengan hambatan minimal. Hal ini menjadikan mereka kandidat ideal sebagai mediator konflik atau agen penyebar informasi positif.

Sebaliknya, siswa U (1,857), V (1,879), dan X (1,902) tercatat memiliki nilai closeness terendah di kelas. Meskipun nilai mereka di atas 1,0 (karena pengaruh pembobotan graf), secara komparatif mereka berada di posisi terbawah struktur sosial kelas. Mengacu pada teori Wasserman dan Faust (1994), posisi ini mengindikasikan tingkat dependensi yang tinggi. Mereka berada di area pinggiran (*peripheral*) dan harus melewati rute interaksi yang lebih panjang untuk terhubung dengan teman-teman lain. Hambatan struktural ini membuat mereka berisiko lebih tinggi mengalami keterasingan sosial atau menerima informasi yang tidak utuh, yang dapat menjadi pemicu konflik internal atau penarikan diri (*withdrawal*).

c. *Betweness Centrality*

*Betweenness centrality* mencerminkan seberapa sering seorang siswa menjadi jalur penghubung terpendek antara dua siswa lain dalam jaringan. Dalam konteks ini, nilai *betweenness* yang tinggi menunjukkan bahwa seorang siswa berperan penting sebagai jembatan antar kelompok atau klaster sosial dalam kelas.

Tabel 3.5: Interpretasi Nilai Betweenness Centrality

| Nilai *Betweenness* | Interpretasi Sosial | Sumber |
|---|---|---|
| Tinggi | Bertindak sebagai perantara, jembatan (*bridge*), atau mediator yang menghubungkan berbagai klaster sosial; memiliki kontrol atas aliran informasi. | Yadav (2023) |
| Rendah | Berada di luar jalur utama komunikasi; tidak memiliki peran sebagai penghubung antar kelompok atau cenderung terisolasi secara struktural. | Yadav (2023) |

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3.2, siswa AA memiliki nilai *betweenness* tertinggi (5,08), diikuti oleh Y (3,85), Z (2,86), V (2,47), dan C (2,03). Berdasarkan interpretasi pada Tabel 3.5, hal ini menunjukkan bahwa siswa-siswa tersebut berperan strategis sebagai mediator atau "jembatan" sosial yang menjaga konektivitas jaringan kelas secara keseluruhan. Kehadiran mereka sangat penting untuk memastikan komunikasi antar kelompok pertemanan tetap berjalan dan dapat berperan dalam meredakan potensi konflik jika terjadi ketegangan antar klaster. Namun, posisi sentral ini juga membuat mereka rentan terhadap tekanan sosial karena beban sebagai penghubung informasi.

Sebaliknya, terdapat sejumlah siswa dengan nilai betweenness mendekati nol, antara lain K, L, P, R, dan S. Rendahnya nilai ini mengindikasikan bahwa para siswa tersebut tidak banyak terlibat dalam jalur komunikasi utama antar siswa lain. Meskipun posisi ini tidak selalu bersifat negatif secara individu, dalam struktur jaringan kelas, posisi ini menunjukkan keterbatasan peran dalam menjembatani perbedaan atau menyatukan kelompok-kelompok sosial yang terfragmentasi. Pemahaman mengenai distribusi nilai *betweenness* ini memungkinkan guru atau konselor untuk merancang intervensi yang tepat, baik dalam memanfaatkan mediator maupun merangkul siswa yang berada di pinggiran jaringan.

d. *Eigenvector Centrality*

Berbeda dengan pengukuran lokal seperti derajat sentralitas, *Eigenvector Centrality* dalam penelitian ini diinterpretasikan bukan sekadar sebagai alat ukur matematis, melainkan

sebagai model “permainan distribusi status”. Dalam model ini, status seorang aktor tidak muncul dari dirinya sendiri, melainkan didapatkan dari akumulasi status aktor-aktor lain yang terhubung dengannya. Mengikuti metafora Podolny (2001) yang dikutip oleh Lizardo (2025), hubungan dalam jaringan ini berfungsi sebagai “prisma” yang memantulkan prestise. Seorang siswa dianggap memiliki status tinggi jika ia menjadi cerminan dari rekan-rekan lain yang juga berstatus tinggi.

Tabel 3.6: Interpretasi Nilai Eigenvector Centrality

| Kategori Nilai | Tingkat Pengaruh | Interpretasi |
|---|---|---|
| Tinggi | Penyebar Status Utama | Siswa terhubung dengan banyak siswa lain yang juga memiliki pengaruh besar. Mereka bertindak sebagai ”cermin” yang memantulkan status tinggi dari koneksinya. |
| Sedang | Perantara Status | Siswa memiliki koneksi, tetapi sebagian besar koneksinya tidak memiliki pengaruh global yang kuat. Mereka hanya mendapatkan status dari lingkungan terdekat, namun akses ke aktor utama jaringan terbatas. |
| Rendah | Prestise lebih besar daripada aktivitas memilih. | Siswa cenderung terhubung dengan siswa lain yang juga memiliki sedikit koneksi. Akibatnya, mereka menerima aliran status yang sangat minim atau teratenuasi (melemah) karena jarak yang jauh dari pusat pengaruh. |

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 3.2, siswa Q memiliki nilai eigenvector tertinggi (0,222), diikuti oleh K (0,220), R (0,213), G (0,213), dan E (0,210). Ini menunjukkan bahwa siswa-siswa tersebut bukan hanya memiliki banyak koneksi, tetapi juga terhubung dengan siswa-siswa lain yang berpengaruh dalam jaringan, sehingga pengaruh sosial mereka sangat signifikan. Sebaliknya, siswa seperti U (0,152), V (0,155), dan X (0,161) memiliki nilai eigenvector rendah. Meskipun bisa saja mereka memiliki beberapa koneksi langsung, koneksi tersebut tidak memberikan pengaruh sosial yang besar karena mereka terhubung dengan simpul-simpul yang kurang sentral. Hal ini mencerminkan peran sosial yang lebih kecil dalam dinamika kelas.

### 3.2. Identifikasi Potensi Konflik

Meskipun graf yang dibangun dalam penelitian ini merepresentasikan tingkat keakraban, struktur jaringan yang terbentuk secara implisit dapat digunakan untuk mendeteksi potensi konflik. Hubungan dialektis antara graf keakraban dan konflik ini dapat dipahami melalui analisis ketimpangan struktur relasi sosial. Dalam konteks ini, konflik tidak hanya dimaknai sebagai permusuhan terbuka, melainkan sebagai ketegangan sosial yang bermanifestasi dalam berbagai bentuk ketidakseimbangan. Ketegangan ini dapat berupa asimetri hubungan, di mana inisiatif siswa yang tidak berbalas memicu perasaan tertolak. Selain itu, potensi konflik juga muncul dari beban peran pada siswa penghubung yang mengalami tekanan ekspektasi ganda, serta adanya isolasi struktural yang membuat siswa terputus dari arus informasi dan dukungan kelompok. Berdasarkan kerangka berpikir bahwa ketimpangan relasi positif berpotensi melahirkan konflik, analisis dilakukan pada parameter-parameter berikut.

Analisis pertama berfokus pada selisih *degree centrality* sebagai indikator ketidakseimbangan relasi antar siswa. Untuk memperjelas relevansinya dengan konflik antar individu, peneliti menyoroti bahwa siswa dengan selisih yang signifikan antara *out-degree* dan

*in-degree* cenderung mengalami interaksi sosial yang tidak timbal balik, yang dapat memicu rasa frustrasi atau penolakan. Misalnya, jika seorang siswa sering mencoba berinteraksi namun jarang mendapatkan respons, hal ini berpotensi menimbulkan konflik interpersonal dengan siswa yang bersangkutan. Contoh konkret ini memperkuat pentingnya memantau selisih *degree* sebagai indikator awal dari potensi konflik antar siswa dalam jaringan sosial kelas. Hasil menunjukkan bahwa beberapa siswa memiliki nilai *in-degree* yang jauh lebih rendah dibandingkan *out-degree*, yang menandakan inisiatif mereka untuk membangun hubungan tidak selalu dibalas oleh teman sebaya. Misalnya, Siswa I, K, dan Q mencatat selisih *degree* masing-masing sebesar –16, –14, dan –16, sehingga mereka berpotensi mengalami rasa terpinggirkan dan ketegangan emosional di dalam kelompok. Ketidakseimbangan ini menjadi sinyal awal bahwa interaksi sosial mereka tidak seimbang dan membutuhkan perhatian khusus. Dengan memahami pola ini, peneliti dapat mengidentifikasi titik awal konflik sebelum gejala sosial tersebut berkembang lebih parah.

Berikutnya, *betweenness centrality* digunakan untuk melihat peran siswa sebagai penghubung antar kelompok. Dalam konteks ini, siswa dengan nilai *betweenness* tinggi tidak hanya berperan sebagai mediator komunikasi, tetapi juga berpotensi mengalami konflik langsung apabila terjadi ketidaksepakatan antar kelompok yang mereka jembatani. Posisi mereka yang strategis bisa membuat mereka terjebak dalam situasi tarik-menarik kepentingan, sehingga tekanan sosial meningkat. Oleh karena itu, memahami skor *betweenness* tidak hanya penting untuk melihat struktur jaringan, tetapi juga untuk mengidentifikasi titik-titik rawan konflik antar siswa. Nilai *betweenness* tinggi menunjukkan bahwa siswa sering menjadi mediator informasi dan interaksi, namun beban tersebut berpotensi menyebabkan stres dan konflik internal jika dukungan tidak mencukupi. Dalam penelitian ini, Siswa AA dan Y memperoleh skor betweenness yang tinggi yaitu 5,08046 dan 3,85427, menempatkan mereka pada posisi strategis sekaligus rentan terhadap kelelahan sosial. Sementara itu, nilai *betweenness* sangat rendah mengindikasikan isolasi, memperlihatkan kontras dinamika sosial yang perlu ditangani. Pemahaman mendalam mengenai peran ini memungkinkan perencanaan intervensi yang lebih tepat.

Selanjutnya, kombinasi *closeness* dan *eigenvector centrality* membantu menilai intensitas dan kualitas hubungan sosial. Nilai rendah pada *closeness centrality* dapat mencerminkan adanya hambatan dalam menjangkau teman-teman lain di jaringan, yang bisa menyebabkan perasaan diabaikan atau terputus dari kelompok. Sementara itu, siswa dengan *eigenvector* rendah cenderung tidak terhubung dengan simpul-simpul berpengaruh, yang bisa mengarah pada perasaan tidak diikutsertakan atau tidak dianggap penting dalam dinamika kelas. Kedua kondisi ini berpotensi menimbulkan konflik interpersonal, terutama jika siswa merasa tertutup dari komunikasi dan pengambilan keputusan kelompok. Siswa dengan *closeness* rendah menunjukkan kesulitan menjangkau seluruh jaringan secara efisien, yang dapat memicu kesalahpahaman dan memperburuk potensi konflik. Sebaliknya, nilai *eigenvector* rendah mencerminkan minimnya dukungan dan pengaruh teman sebaya, menambah risiko keterasingan. Beberapa siswa berada pada kuartil terbawah untuk kedua analisis ini, sehingga mereka paling rentan terhadap konflik, baik internal maupun eksternal. Pendekatan ini tidak hanya mengukur kuantitas koneksi, tetapi juga menggambarkan kualitas dukungan dalam jaringan.

Berdasarkan hasil identifikasi, konflik antar siswa dalam kelas ini umumnya dipicu oleh ketimpangan hubungan sosial, peran sebagai penghubung yang terlalu berat, serta keterasingan dalam jaringan interaksi. Siswa yang menunjukkan selisih *degree* besar, *betweenness* tinggi, maupun *closeness* dan *eigenvector* rendah menjadi kelompok yang paling rentan terhadap konflik interpersonal. Dengan memahami pola-pola ini, upaya pencegahan dapat dirancang lebih tepat sasaran. Agar potensi konflik dapat diminimalkan sebelum menjadi masalah serius, berbagai intervensi direkomendasikan. Pertama, sesi kelompok kecil diadakan bagi siswa dengan selisih *degree* tinggi untuk membangun timbal balik relasi yang lebih baik. Kedua, pelatihan mediasi khusus diberikan kepada siswa dengan peran *betweenness* tinggi untuk membantu mereka mengelola peran mediator. Ketiga, program *mentor-mentee* atau *peer support* diterapkan untuk memperkuat jaringan dukungan bagi siswa dengan *closeness* dan *eigenvector* rendah. Langkah-langkah ini diharapkan menciptakan lingkungan kelas yang lebih harmonis dan terhindar dari konflik yang berlarut.

## 4. SIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan model graf berarah berbobot mampu merepresentasikan struktur mikro hubungan sosial siswa yang seringkali tidak terlihat melalui pengamatan konvensional. Analisis mendalam terhadap topologi jaringan mengungkap bahwa dinamika kelas diwarnai oleh ketimpangan relasi yang signifikan, di mana posisi sosial siswa sangat ditentukan oleh asimetri antara inisiatif sosial (*out-degree*) dan penerimaan teman sebaya (*in-degree*). Temuan krusial menunjukkan adanya kelompok siswa yang memiliki tingkat ekspansivitas tinggi namun minim respon timbal balik, sebuah kondisi struktural yang diidentifikasi sebagai indikator awal potensi konflik interpersonal berupa frustrasi atau perasaan tertolak.

Lebih jauh, analisis sentralitas memperjelas pembagian peran yang kompleks dalam jaringan. Melalui perspektif *eigenvector centrality* sebagai model distribusi status, penelitian ini menemukan bahwa pengaruh sosial seorang siswa tidak berdiri sendiri, melainkan merupakan cerminan dari kualitas koneksi mereka dengan aktor-aktor elit di kelas. Di sisi lain, analisis *betweenness centrality* berhasil mengidentifikasi siswa-siswa kunci yang berperan sebagai "jembatan" antar-kelompok. Meskipun posisi ini strategis dalam menjaga arus informasi, temuan menunjukkan bahwa peran tersebut membawa beban ekspektasi ganda yang menempatkan mereka pada risiko kelelahan sosial dan konflik kepentingan. Sebaliknya, siswa yang berada di pinggiran jaringan (*peripheral*) dengan aksesibilitas rendah terdeteksi rentan mengalami isolasi struktural.

Berdasarkan pemetaan potensi konflik tersebut, penelitian ini merumuskan strategi intervensi yang lebih terarah dan berbasis data. Penanganan tidak lagi bersifat general, melainkan disesuaikan dengan kerentanan spesifik siswa, seperti pelatihan manajemen konflik bagi siswa penghubung yang rentan stres, bimbingan intensif untuk membangun hubungan timbal balik bagi siswa dengan selisih derajat negatif, serta program pendampingan sebaya (*peer support*) untuk mengintegrasikan kembali siswa yang terisolasi. Dengan demikian, model graf ini tidak hanya berfungsi sebagai alat diagnostik visual, tetapi juga sebagai landasan mitigasi konflik yang efektif demi menciptakan iklim sosial kelas yang lebih inklusif dan adaptif.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

Addani, A. R. (2022). *Penerapan graf berarah dan berbobot untuk mengetahui influencer yang paling berpengaruh dalam penyebaran informasi pada media sosial Twitter* (Doctoral dissertation). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Adnan, N. (2023, December). Aplikasi graf berbobot untuk sistem rekomendasi pertemanan pada media sosial berbasis nearby search. *Makalah IF2120 Matematika Diskrit*. Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Bakry, G. N., & Kusmayadi, I. M. (2021). Peran pers sebagai aktor gerakan digital tagar #solidaritasuntukntt di Twitter. *Kajian Jurnalisme, 5*(1), 98–114.

Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Johnson, J. C. (2018). *Analyzing Social Networks*. Sage Publications.

Budayasa, K. (2007). *Teori graph dan aplikasinya*. Surabaya: UNESA University Press.

Fatimah, S., Muncarno, M., & Sarengat, S. (2019). Hubungan interaksi sosial dan motivasi belajar dengan hasil belajar peserta didik kelas V SD. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung, Bandar Lampung.

Gaho, J., Telaumbanua, K., & Laia, B. (2021). Efektivitas layanan konseling kelompok dengan teknik role playing dalam meningkatkan interaksi sosial siswa kelas X SMA Negeri 1 Lahusa tahun pembelajaran 2020/2021. *Counseling for All: Jurnal Bimbingan dan Konseling, 1*(2), 13–22.

Heliyanty, D. (2022). Peningkatkan hubungan sosial antar teman sebaya melalui layanan bimbingan kelompok. *Pedagogia: Jurnal Ilmiah Pendidikan, 14*(1), 7–10.

Kartino, A., Anam, M. K., Rahmaddeni, & Junadhi. (2021). Analisis akun Twitter berpengaruh terkait Covid-19 menggunakan social network analysis. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 699.

Lizardo, O. (2025). *Eigenvectors in Social Networks Analysis*. Department of Sociology, UCLA.

Rafi'Addani, A., Turmudi, T., & Sujarwo, I. (2023). Penerapan graf berarah dan berbobot untuk mengetahui influencer yang paling berpengaruh dalam penyebaran informasi pada Twitter. *Jurnal Riset Mahasiswa Matematika, 2*(5), 186–194.

Ramadhan, F. (2020). Pemanfaatan analisis jaringan sosial dalam penentuan centrality dalam pengembangan web berita online. *Journal of Computer and Information Systems Ampera, 1*(3), 157–173.

Rangkuti, M. N. K., Nurhasyifa, N., Nasution, P. N., & Wahyuni, S. (2025). Peranan bimbingan konseling dalam perkembangan sosial peserta didik di Sekolah Desa Timbang Lawan. *PEMA, 5*(1), 183–194.

Risal, H. G., & Alam, F. A. (2021). Upaya meningkatkan hubungan sosial antar teman sebaya melalui layanan bimbingan kelompok di sekolah. *Jurnal Bimbingan Konseling dan Psikologi, 1*(1), 1–10.

Sirait, L. T., et al. (2024). Penerapan teori graph untuk meningkatkan interaksi siswa dalam pembelajaran matematika berbasis diskusi di SMP Negeri 27 Medan. *Journal on Education, 7*(1), 7339–7349.

Suncaka, E. (2023). Manajemen konflik di sekolah. *Journal on Education, 5*(4), 15143–15153.

Ulandari, S., & Zahra, A. (2023). Representasi teori graf dalam jejaring sosial Instagram. *JEMST (Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology), 6*(2), 97–107.

Vieytes, J. M. (2023). Social network analysis in the classroom: A case study. *AWARI, 4*.

Yadav, R. (2023). Centrality in social network analysis: a comprehensive review for students. *International Journal of Data Structure Studies*, *1*(2), 1-8.