

Penerapan Teori Graf dalam Pembentukan Kelompok Belajar Mahasiswa pada Pembelajaran Kolaboratif

Sarah Rizki Pebriani¹, Hikma Fadhila², Yuan Amelia Tri Ananda³,
Siti Salamah Br Ginting⁴, Ahmad Al Hafiz Sagala⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia

Email: sarah0305221018@uinsu.ac.id¹, hikmafadhila22@gmail.com²,
yuan0305221019@uinsu.ac.id³, sitisalamahginting@uinsu.ac.id⁴,
hafizsagala5@gmail.com⁵

ABSTRAK

Pembelajaran kolaboratif memerlukan pembentukan kelompok belajar yang efektif agar interaksi antar mahasiswa berjalan optimal. Namun, pembentukan kelompok secara acak sering menghasilkan kelompok yang kurang seimbang. Penelitian ini bertujuan menerapkan teori graf dalam pembentukan kelompok belajar mahasiswa berdasarkan observasi kemampuan akademik. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pemodelan matematis berbasis teori graf terhadap 24 mahasiswa kelas PMM-1 Stambuk 2022 UINSU. Data diperoleh melalui observasi terhadap keaktifan, pemahaman konsep, dan kontribusi mahasiswa, yang dikategorikan ke dalam tiga tingkat kemampuan, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Mahasiswa direpresentasikan sebagai simpul, sedangkan hubungan kedekatan kemampuan direpresentasikan sebagai sisi dalam graf. Pembentukan kelompok dilakukan melalui identifikasi komunitas sehingga terbentuk enam kelompok belajar yang heterogen dan seimbang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teori graf mampu menghasilkan pembagian kelompok yang lebih objektif dan terstruktur, serta mendukung efektivitas pembelajaran kolaboratif.

Kata kunci: Teori graf, Pembelajaran kolaboratif, Pembentukan kelompok

ABSTRACT

Collaborative learning requires the formation of effective study groups to optimize student interaction. However, random group formation often results in unbalanced groups. This study aims to apply graph theory to the formation of student study groups based on academic ability. The study used a descriptive method with mathematical modeling based on graph theory for 24 students in the PMM-1 Stambuk 2022 class at UINSU. Data were obtained through observations of student activity, conceptual understanding, and contributions, which were divided into three ability levels: high, medium, and low. Students were represented as nodes, while ability proximity relationships were represented as edges in the graph. Group formation was carried out through the community, resulting in six heterogeneous and balanced study groups. The results showed that the application of graph theory resulted in a more objective and structured group division and supported the effectiveness of collaborative learning.

Keywords: Graph theory, Collaborative learning, Group formation

PENDAHULUAN

Pembelajaran kolaboratif merupakan pendekatan pembelajaran yang mengedepankan interaksi dan kerja sama antar peserta didik untuk mencapai tujuan belajar secara bersama-sama. Studi menunjukkan bahwa pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan sosial peserta didik secara signifikan (Johnson, D. W. et al, 2014). Interaksi sosial yang terjadi dalam pembelajaran kolaboratif memungkinkan siswa untuk berbagi ide, saling mengajarkan, serta membangun pemahaman yang lebih mendalam melalui diskusi dan refleksi bersama (Gillies, R. M., 2016).

Dalam konteks pendidikan tinggi, konsep pembelajaran kolaboratif tidak hanya diterapkan pada siswa di jenjang sekolah, tetapi juga menjadi bagian penting dalam proses pembelajaran mahasiswa. Pembelajaran kolaboratif menjadi salah satu pendekatan pedagogis yang semakin populer di lingkungan perguruan tinggi karena dianggap mampu meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan berpikir kritis dan interpersonal mahasiswa melalui interaksi dan kerja kelompok yang terstruktur. Hal ini dibuktikan oleh berbagai studi yang menunjukkan bahwa pembelajaran kolaboratif memberikan hasil belajar yang lebih baik dan mendorong motivasi, keterlibatan, serta kemampuan mahasiswa dalam bekerja sama secara efektif dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. (Afriadi, 2024)

Penerapan pembelajaran kolaboratif di perguruan tinggi biasanya diwujudkan melalui pembagian mahasiswa ke dalam kelompok belajar untuk menyelesaikan tugas, berdiskusi, dan saling bertukar ide. Dengan bekerja dalam kelompok kecil, mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis, berbagi pengetahuan, serta mengembangkan keterampilan sosial yang relevan dengan tuntutan dunia kerja masa kini.

Efektivitas pembelajaran kolaboratif sangat dipengaruhi oleh cara pembentukan kelompok itu sendiri. Penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti ukuran kelompok, struktur tugas, dan hubungan antar anggota kelompok berperan penting dalam keberhasilan kolaborasi. Model pembelajaran kolaboratif yang kurang terencana atau hanya mengandalkan pembentukan kelompok secara acak cenderung menghadapi tantangan seperti ketidakseimbangan kontribusi antar anggota, rendahnya partisipasi beberapa mahasiswa, dan dinamika kelompok yang tidak efektif. (Oyarzun et al., 2025)

Kelompok yang heterogen dan seimbang cenderung menghasilkan interaksi yang lebih efektif dan hasil belajar yang optimal (Webb, N. M., 2019). Pembentukan kelompok yang tidak tepat, misalnya kelompok yang homogen atau anggota dengan kemampuan yang sangat berbeda tanpa pendampingan yang cukup, dapat menyebabkan kurangnya partisipasi dan dinamika kelompok yang kurang kondusif (Laal, M., & Ghodsi, S. M., 2012).

Metode pembentukan kelompok yang masih sering digunakan adalah secara acak, yang berpotensi menghasilkan kelompok yang kurang efektif karena tidak

mempertimbangkan karakteristik anggota kelompok secara sistematis (Dörfler, V., & Stöger, H., 2016). Pembagian kelompok yang kurang terencana di perguruan tinggi sering menimbulkan permasalahan seperti dominasi mahasiswa tertentu dan rendahnya partisipasi anggota lainnya. Permasalahan ini dapat diidentifikasi melalui observasi langsung selama kegiatan pembelajaran berlangsung (Gillies, R. M., 2016). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan yang lebih sistematis untuk mengoptimalkan pembentukan kelompok dalam pembelajaran kolaboratif. Pendekatan sistematis ini dapat dilakukan dengan data hasil belajar mahasiswa atau memanfaatkan hasil observasi dosen terhadap kemampuan akademik dan partisipasi mahasiswa selama proses pembelajaran berlangsung.

Dalam penelitian ini, penerapan teori graf digunakan sebagai alat bantu pemodelan untuk menyusun kelompok mahasiswa berdasarkan hasil observasi kemampuan akademik. Setiap mahasiswa direpresentasikan sebagai simpul (*vertex*), sedangkan keterkaitan antar mahasiswa ditentukan berdasarkan kategori kemampuan akademik yang diperoleh dari observasi langsung peneliti. Pendekatan ini memberikan alternatif pembentukan kelompok yang lebih terstruktur dibandingkan pembagian kelompok secara acak..

Teori graf merupakan alat yang ampuh untuk merepresentasikan dan menganalisis hubungan antar elemen dalam sebuah jaringan. Dalam konteks pembelajaran, teori graf dapat dimanfaatkan untuk memodelkan hubungan antar mahasiswa berdasarkan hasil observasi kemampuan akademik dan keterlibatan mereka dalam kegiatan pembelajaran kelompok (Chai, A. et al., 2019). Dengan pemodelan graf sederhana, pembentukan kelompok dapat dilakukan secara objektif dan terstruktur, sehingga menghasilkan kelompok belajar yang lebih efektif dan seimbang.

Selain itu, pendekatan berbasis teori graf juga memungkinkan visualisasi jaringan sosial siswa, memudahkan pendidik dalam mengidentifikasi keterkaitan antar peserta didik dan potensi kelompok yang dapat dibentuk (Putri, T. N. et al., 2024). Hal ini sejalan dengan temuan (Cheng, R. W., & Lam, S. F., 2020) yang menunjukkan bahwa analisis jaringan sosial memberikan gambaran yang jelas tentang interaksi siswa dan dapat digunakan untuk mendukung pembentukan kelompok yang optimal.

Penerapan teori graf dalam pembentukan kelompok mahasiswa menjadi relevan karena mampu memodelkan relasi antar mahasiswa secara matematis dan sistematis. Setiap mahasiswa dapat direpresentasikan sebagai simpul (*vertex*), sedangkan hubungan antar mahasiswa misalnya kesamaan kemampuan akademik, intensitas interaksi, atau hasil evaluasi awal dapat direpresentasikan sebagai sisi (*edge*). Melalui analisis graf, dosen dapat mengidentifikasi struktur komunitas, tingkat keterhubungan mahasiswa, serta potensi kombinasi kelompok yang seimbang (Chai, A. et al., 2019). Pendekatan ini memberikan alternatif yang lebih objektif dibandingkan pembentukan kelompok secara acak atau berdasarkan intuisi semata.

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teori graf dalam pembentukan kelompok mahasiswa berdasarkan hasil observasi kemampuan akademik guna meningkatkan efektivitas pembelajaran kolaboratif. Diharapkan pendekatan ini dapat memberikan solusi pembentukan kelompok yang lebih sistematis, objektif, dan meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan pemodelan matematis berbasis teori graf. Subjek penelitian adalah mahasiswa UINSU kelas PMM-1 Stambuk 2022 sebanyak 24 orang.

Data yang digunakan merupakan hasil observasi langsung terhadap mahasiswa selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Observasi difokuskan pada aspek kemampuan akademik dan tingkat partisipasi mahasiswa dalam pembelajaran kelompok. Berdasarkan hasil observasi, mahasiswa dikategorikan ke dalam tiga tingkat kemampuan: Tinggi, Sedang, dan Rendah. Pengkategorian ini didasarkan pada indikator seperti:

1. Tingkat keaktifan mahasiswa saat diskusi
2. Pemahaman konsep saat tanya jawab
3. Kualitas kontribusi dalam tugas kelompok

Setiap mahasiswa direpresentasikan sebagai simpul (*vertex*) dalam graf. Sisi (*edge*) menghubungkan dua simpul apabila mahasiswa tersebut memiliki kategori kemampuan yang sama atau berdekatan (misalnya antara Tinggi dan Sedang). Graf ini bersifat tidak berarah dan tidak berbobot, merepresentasikan hubungan simetris berdasarkan kedekatan kemampuan hasil observasi.

Kelompok mahasiswa dibentuk dengan mengidentifikasi komunitas dalam graf menggunakan konsep *community detection*. Kelompok dibentuk sebanyak 6 kelompok, masing-masing beranggotakan 4 mahasiswa, dengan komposisi kemampuan yang beragam sesuai hasil observasi. Data hasil pembentukan kelompok dianalisis secara deskriptif. Visualisasi graf dan tabel komposisi kelompok digunakan untuk memperjelas struktur dan keseimbangan kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi peneliti selama proses pembelajaran di kelas PMM-1, diperoleh 24 mahasiswa dikategorikan ke dalam tiga tingkat kemampuan berdasarkan keaktifan, pemahaman konsep, dan kontribusi dalam diskusi kelompok. Kategori tersebut adalah Tinggi, Sedang, dan Rendah. Berikut tabel ringkasan hasil observasi:

Tabel 1. Kategori Kemampuan Mahasiswa

Kode Mahasiswa	Kategori Kemampuan Berdasarkan Observasi
----------------	--

M1	Tinggi
M2	Sedang
M3	Rendah
M4	Tinggi
M5	Sedang
M6	Rendah
M7	Tinggi
M8	Sedang
M9	Rendah
M10	Tinggi
M11	Sedang
M12	Rendah
M13	Tinggi
M14	Sedang
M15	Rendah
M16	Tinggi
M17	Sedang
M18	Rendah
M19	Tinggi
M20	Sedang
M21	Rendah
M22	Tinggi
M23	Sedang
M24	Rendah

Setiap mahasiswa direpresentasikan sebagai simpul (*vertex*) dalam sebuah graf, sedangkan hubungan antar mahasiswa (*sisi/edge*) terbentuk berdasarkan kedekatan kategori kemampuan hasil observasi. Sisi menghubungkan dua simpul apabila kategori kemampuan mereka sama atau berdekatan, seperti antara Tinggi dan Sedang.

Graf ini bersifat tidak berarah dan tidak berbobot, menggambarkan hubungan simetris antar mahasiswa berdasarkan kemampuan. Dengan cara ini, model graf membantu memvisualisasikan jaringan interaksi yang potensial antar mahasiswa dalam pembentukan kelompok.

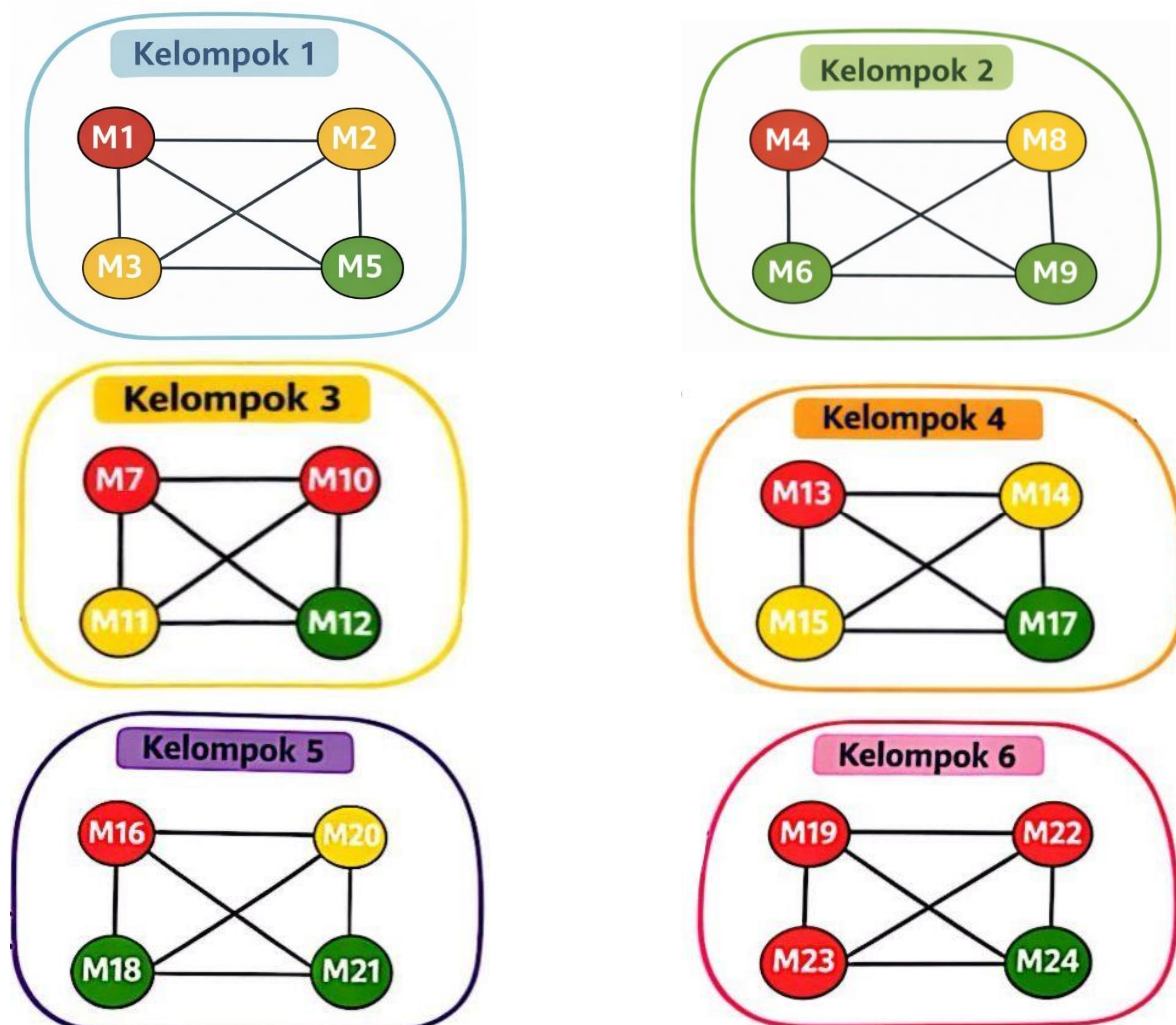
Dari graf yang telah dibentuk, dilakukan identifikasi komunitas (*community detection*) untuk mengelompokkan mahasiswa menjadi 6 kelompok yang masing-masing beranggotakan 4 mahasiswa. Pembentukan kelompok ini memperhatikan keseimbangan kemampuan agar setiap kelompok memiliki anggota dari kategori Tinggi, Sedang, dan Rendah sehingga heterogen dan seimbang. Berikut tabel pembagian kelompok berdasarkan hasil pemodelan:

Tabel 2. Pembagian Kelompok

Kelompok	Anggota	Komposisi Kemampuan
----------	---------	---------------------

1	M1, M2, M3, M5	Tinggi, Sedang, Rendah, Sedang
2	M4, M6, M8, M9	Tinggi, Rendah, Sedang, Rendah
3	M7, M10, M11, M12	Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah
4	M13, M14, M15, M17	Tinggi, Sedang, Rendah, Sedang
5	M16, M18, M20, M21	Tinggi, Rendah, Sedang, Rendah
6	M19, M22, M23, M24	Tinggi, Tinggi, Sedang, Rendah

Visualisasi graf menunjukkan simpul berwarna sesuai kategori kemampuan: merah untuk Tinggi, kuning untuk Sedang, dan hijau untuk Rendah. Sisi menghubungkan mahasiswa yang memiliki kedekatan kemampuan. Berikut bentuk visualisasi pembentukan kelompok dalam graf :



Gambar diatas memperlihatkan bagaimana mahasiswa terhubung dan membentuk komunitas atau kelompok berdasarkan kedekatan tersebut. Pendekatan pembentukan kelompok menggunakan teori graf ini terbukti efektif dalam menciptakan kelompok yang heterogen dan seimbang berdasarkan hasil observasi nyata. Dengan representasi graf, hubungan antar mahasiswa dapat dianalisis secara

sistematis dan divisualisasikan sehingga memudahkan identifikasi kelompok yang optimal.

Hal ini sejalan dengan penelitian (Putri, T. N. et al., 2024) yang menggunakan teori graf untuk memetakan komunikasi dalam pembelajaran kolaboratif, menunjukkan bahwa graf dapat mengungkap pola interaksi yang mendukung pembentukan kelompok efektif. Selain itu, (Chai, A. et al., 2019) dalam studi mereka menyatakan bahwa teori graf mampu menggambarkan dinamika diskusi kelompok, yang sangat penting untuk menentukan struktur kelompok yang mendukung proses belajar yang efektif.

Metode ini memberikan keunggulan dibandingkan cara pembentukan kelompok secara acak atau subjektif, karena mampu mempertimbangkan hubungan dan keterkaitan antar mahasiswa berdasarkan kemampuan yang diamati. Untuk peneliti selanjutnya, model ini dapat dikembangkan dengan memasukkan variabel lain seperti minat belajar, gaya belajar, atau tingkat keaktifan, sehingga pembentukan kelompok menjadi lebih holistik dan sesuai kebutuhan pembelajaran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan teori graf dalam pembentukan kelompok belajar mahasiswa mampu memberikan solusi yang sistematis dan objektif dibandingkan pembentukan kelompok secara acak atau subjektif. Dengan memodelkan mahasiswa sebagai simpul dan hubungan kedekatan kemampuan sebagai sisi dalam graf, proses pembentukan kelompok dapat dilakukan secara terstruktur dan mudah divisualisasikan.

Hasil pemodelan graf menunjukkan bahwa kelompok belajar yang terbentuk memiliki komposisi kemampuan yang heterogen dan relatif seimbang, sehingga berpotensi meningkatkan efektivitas interaksi dan kerja sama dalam pembelajaran kolaboratif. Pendekatan ini juga memudahkan pendidik dalam menganalisis hubungan antar mahasiswa serta menentukan kelompok yang optimal berdasarkan data observasi nyata.

Dengan demikian, teori graf dapat dijadikan sebagai alternatif pendekatan dalam pembentukan kelompok belajar di perguruan tinggi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model ini dengan menambahkan variabel lain, seperti minat belajar, gaya belajar, atau tingkat interaksi sosial, agar pembentukan kelompok menjadi lebih komprehensif dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriadi, F. (2024). Pembelajaran Kolaboratif Dalam Pendidikan Perguruan Tinggi. *IHSAN : Jurnal Pendidikan Islam*, 2, 143–157.
<http://ejournal.yayasanpendidikandzurriyatulquran.id/index.php/ihsan>
- Chai, A. et al. (2019). Applying Graph Theory to Examine the Dynamics of Student Discussions in Small-Group Learning. *CBE—Life Sciences Education*, 18(2), 1–12.
<https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.18-11-0222>

- Cheng, R. W., & Lam, S. F. (2020). Using social network analysis to study interaction and group formation in collaborative learning: A systematic review. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 15, 291–318. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11412-020-09329-7>
- Dorfler, V., & Stoger, H. (2016). Group formation in collaborative learning environments based on social network analysis. *Computers in Human Behavior*, 55, 600–607.
- Gillies, R. M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian Journal of Teacher Education*, 41(3), 39–54. <https://ro.ecu.edu.au/ajte/vol41/iss3/3/>
- Johnson, D. W. et al. (2014). Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory. *Journal on Excellence in College Teaching*, 25(3), 85–118.
- Laal, M., & Ghodsi, S. M. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, 3(1), 486–490. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.091>
- Oyarzun, B., Kim, S., Maxwell, D., Schaefer, D., & Conklin, S. (2025). The design and effectiveness of online collaborative work. *Journal of Computing in Higher Education*, 1–22. <https://doi.org/10.1007/s12528-025-09472-2>
- Putri, T. N. et al. (2024). Analisis Teori Graph pada jaringan komunikasi dengan model pembelajaran kolaboratif di kelas matematika menggunakan Microsoft NodeXL. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah.*, Vol. 4, No.1, 1771–1777. <https://ulilalbabinstitute.id/index.php/J-CEKI/article/view/6596>
- Webb, N. M. (2019). The teacher's role in promoting collaborative dialogue in the classroom. *British Journal of Educational Psychology*, 79(1), 1–28. <https://bpspsychub.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1348/000709908X304883>