J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah
Vol.4, No.1, Desember 2024

Analisis Teori Graph Pada Jaringan Komunikasi Dengan Model Pembelajaran Kolaboratif di Kelas Matematika Menggunakan Microsoft NodeXL

Taqiyyah Nabila Putri [1], Dhea Amanda Nasution [2] , Novita Sari [3] , Hanifah Soraya [4], Hanifa Putri Ramadhani [5], Nabilla Syalita Tania [6], Kharunnisa wahidah [7], Ilfa Zaimi Sipahutar [8] , Denny Haris [9]
[123456789]Program Studi Pendidikan Matematika (FMIPA, Universitas Negeri Medan)
E-mail: taqiyyahnabilap@gmail.com [1,], dheaamandanasution4@gmail.com[2], novitasari42794@gmail.com [3,] hanifahsoraya04@gmail.com[4], hanifaramadhani06@gmail.com[5] , nabillatania711@gmail.com [6] rruni8738@gmail.com [7], zaimiilfa@gmail.com[8] , dennyharis08@gmail.com[9]

Article History:
Received: 20 November 2024
Revised: 06 Desember 2024
Accepted: 10 Desember 2024

Keywords: : *Analisis Jaringan; Komunikasi Matematis; Pembelajaran Kolaboratif; Teori Graf; Microsoft Nodexl*

Abstract: *Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan teori graf dalam memahami jaringan komunikasi siswa saat belajar matematika secara kolaboratif, dengan memanfaatkan Microsoft NodeXL sebagai alat analisis. Fokus dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pola interaksi matematis di antara siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan. Metode kuantitatif diterapkan dengan melibatkan 33 siswa yang dibagi menjadi lima kelompok berdasarkan metode pengelompokan acak dan kedekatan hubungan pertemanan. Data diambil melalui pretest, posttest, dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teori graf memberikan gambaran yang jelas tentang pola komunikasi siswa, termasuk interaksi antara siswa dan pembentukan kelompok kecil. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa dalam diskusi kelompok. Penelitian ini memberikan sumbangan signifikan terhadap pengembangan strategi pembelajaran yang memanfaatkan analisis jaringan komunikasi.*

PENDAHULUAN

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, dalam Pasal 1 menjelaskan bahwa pendidikan merupakan suatu usaha yang dilakukan secara sadar dan terencana untuk menciptakan suasana serta proses pembelajaran yang optimal. Melalui pendidikan diharapkan dapat terbentuk individu yang unggul, berkualitas, mandiri, dan mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Kemajuan ini berkaitan erat dengan perkembangan berbagai bidang ilmu, termasuk matematika. Menurut NCTM (2000), terdapat lima kemampuan utama dalam matematika sebagai standar proses, salah satunya yang sangat penting adalah kemampuan komunikasi matematis (Midgett & Eddins, 2001).

Kemampuan komunikasi matematis merupakan keahlian dalam menyampaikan ide, menggambarkan, serta menguraikan konsep matematika secara logistik dan jelas. Prayitno dkk. (2013) menyatakan bahwa komunikasi matematis penting untuk menyampaikan gagasan atau menyelesaikan masalah matematika, baik secara lisan, tulisan, maupun visual, baik dalam pembelajaran maupun di luar konteks kelas. Dalam pembelajaran matematika, komunikasi matematika tertulis sering menjadi fokus utama karena simbol dan gambar dapat mempermudah proses pemecahan masalah. Menurut Umar (2012), komunikasi matematis percakapan verbal atau matematis berperan sebagai alat untuk memulai perkembangan pemahaman siswa. Hal ini memungkinkan siswa untuk belajar melalui pemahaman dari orang lain sekaligus mengembangkan pengetahuan matematis mereka sendiri. Dengan demikian, kemampuan komunikasi matematis memiliki peran penting dalam pembelajaran matematika, terutama pada model pembelajaran kolaboratif.

Pembelajaran kolaboratif merupakan proses belajar yang dilakukan dalam kelompok, di mana tujuan bukan untuk mencapai kesepakatan yang tercipta dari aktivitas kelompok, melainkan mendorong siswa dalam kelompok untuk mengeksplorasi berbagai pandangan atau pemikiran dari setiap anggota kelompok (Sato, 2007). Sementara itu, Tamur dkk. (2012) menyatakan bahwa model pembelajaran kooperatif dapat membantu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Berdasarkan hasil observasi terhadap siswa di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan, ditemukan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam berkomunikasi secara matematis dengan anggota kelompok mereka. Hal ini berdampak pada rendahnya skor tes kelompok. Padahal, metode diskusi kelompok seharusnya mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematika siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Kusumawati (2017), yang menyebutkan bahwa siswa sering mengorganisasi ide-ide matematis dalam kelompok diskusi, baik melalui frekuensi pengajuan ide, tanggapan, atau pertanyaan, maupun melalui kesempatan untuk menuliskan hasil diskusi. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk membentuk kelompok belajar yang dapat mendorong siswa menjadi lebih aktif dan terampil dalam berkomunikasi matematis di dalam kelompok. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan dalam pembentukan kelompok adalah teori graf.

Teori graf adalah cabang matematika yang mempelajari hubungan antara objek-objek diskrit. Graf dapat digunakan untuk merepresentasikan dan menganalisis jaringan komunikasi antar siswa (Sanjaya, 2023). seperti siapa yang paling aktif berinteraksi dan apakah terdapat kelompok-kelompok kecil di dalam jaringan komunikasi yang terbentuk. Dengam memanfaatkan teori graf kita dapat merancang rute komunikasi yang efisien dan dapat mengoptimalkan pembelajaran strategi komunikasi dalam berkelompok. Untuk membantu menganalisis dan visualisasi jaringan komunikasi antar siswa peneliti menggunakan microsoft nodeXL sebagai alat untuk melihat hubungan antar siswa dalam bentuk graf yang jelas. Tujuan dari penelitian ini

adalah mengidentifikasi dan menganalisis pola jaringan komunikasi matematis dalam kelompok belajar di kelas matematika menggunakan teori graph yang di interpretasikan menggunakan Microsoft NodeXl.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang dilakukan di SMA Negeri 1 Percut Sei Tuan dengan sampel sebanyak 33 siswa dari kelas XI-Inglanbio 3. Siswa-siswa ini dibagi menjadi 5 kelompok sebagai responden penelitian. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran pretest dan posttest sebagai penilaian individu, serta Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai penilaian kelompok yang berkaitan dengan teori graf pada jaringan komunikasi di kelas matematika dan menggunakan NodeXL sebagai alat bantu melihat hubungan antar siswa dalam bentuk graf yang jelas.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, siswa dikelompokkan secara acak dan mengerjakan LKPD. Pada tahap kedua, siswa dikelompokkan berdasarkan kedekatan pertemanan dan kembali mengerjakan LKPD. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil belajar siswa dapat di interpretasikan melalui tabel berikut ini.

Tabel. 1 Hasil Belajar Siswa

Kode Siswa	Pertemuan 1 (Kelompok Acak)		Pertemuan 2 (Kelompok Berdasarkan Kedekatan)	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
S01	20	30	20	50
S02	35	35	35	65
S03	35	50	35	50
S04	35	50	35	70
S05	50	55	50	65
S06	50	65	50	70
S07	50	35	50	55
S08	20	30	20	55
S09	50	55	50	70
S10	50	65	50	65
S11	0	15	0	20
S12	35	50	35	55
S13	70	85	70	90
S14	35	50	35	65
S15	35	55	35	55

S16	0	20	0	35
S17	40	35	40	50
S18	35	35	35	55
S19	35	50	35	50
S20	35	50	35	65
S21	35	55	35	70
S22	0	0	0	35
S23	35	20	35	65
S24	50	35	50	65
S25	35	30	35	50
S26	50	55	50	70
S27	50	35	50	50
S28	70	65	70	90
S29	35	20	35	35
S30	20	15	20	50
S31	50	65	50	70
S32	20	15	20	65
S33	35	50	65	65
S34	20	15	70	70
S35	0	0	20	20
Jumlah	1220	1390	1220	2025
Rata-rata	34.85	39.71	34.85	57.85

Pada pertemuan pertama, kelompok siswa dibentuk secara acak, dan hasil pretest serta posttest menunjukkan peningkatan yang tidak signifikan. Nilai rata-rata pretest sebesar 34,85 hanya meningkat menjadi 39,71 pada posttest. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan kelompok secara acak tidak mendukung terciptanya lingkungan diskusi yang optimal. Kurangnya kedekatan emosional di antara anggota kelompok menghambat komunikasi dan kolaborasi yang efektif, sebagaimana dijelaskan dalam teori kolaborasi kelompok oleh Johnson & Johnson (2009), yang menyebutkan bahwa kelompok dengan ikatan sosial yang lemah cenderung mengalami kesulitan dalam membangun kerja sama. Selain itu, temuan ini juga sejalan dengan hasil penelitian oleh Trianto (2010), yang menunjukkan bahwa pembelajaran kolaboratif memerlukan interaksi sosial yang intensif untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Dalam konteks teori graf, kelompok acak pada pertemuan pertama cenderung membentuk jaringan komunikasi dengan konektivitas rendah. Menurut teori graph (Boccaletti et al., 2006), jaringan dengan sedikit koneksi atau edge antar node akan memperlambat distribusi informasi dan ide, sehingga mengurangi efisiensi kerja sama. Hal ini sesuai dengan temuan pada penelitian ini, di mana siswa membutuhkan waktu lebih lama untuk saling memahami dan beradaptasi dengan pola kerja kelompok baru. Rendahnya konektivitas jaringan komunikasi ini dapat dilihat dari minimnya interaksi bermakna antar anggota kelompok, yang berdampak pada rendahnya

efektivitas diskusi dalam menyelesaikan LKPD.

Selain itu, penelitian sebelumnya oleh Arends (2012) menyebutkan bahwa pembelajaran kolaboratif yang efektif sangat dipengaruhi oleh kemampuan komunikasi interpersonal antar anggota kelompok. Dalam kasus ini, siswa dalam kelompok acak belum memiliki cukup waktu untuk membangun kedekatan interpersonal, sehingga komunikasi cenderung terfragmentasi. Hal ini juga dapat diperkuat oleh pandangan Wahyuni (2018), yang menemukan bahwa adaptasi terhadap anggota kelompok baru membutuhkan waktu, dan hal ini seringkali mengurangi produktivitas pada awal pembentukan kelompok.

Dengan demikian, pembentukan kelompok secara acak kurang ideal untuk model pembelajaran kolaboratif jika tujuannya adalah untuk meningkatkan hasil belajar dalam waktu yang relatif singkat.

Adanya peningkatan rata-rata hasil posttest dari 39,71 di pertemuan pertama menjadi 57,85 di pertemuan kedua, yang artinya naik sekitar 45,7%, menunjukkan bahwa perubahan cara mengajar punya dampak yang positif. Salah satu alasan utama kenapa hasilnya bisa meningkat adalah karena kita membentuk kelompok berdasarkan kedekatan emosional dan siapa yang disukai. Dengan cara ini, suasana jadi lebih nyaman untuk siswa berdiskusi dan bekerja sama. Seperti yang dikatakan oleh Johnson dan Johnson (2009), lingkungan belajar yang positif bisa bikin interaksi antar siswa jadi lebih baik, sehingga proses belajarnya juga lebih kuat.

Dalam kelompok yang anggotanya sudah saling kenal dan punya hubungan baik, diskusi jadi lebih seru dan produktif. Siswa merasa lebih percaya diri untuk mengungkapkan pendapat mereka, jadi pembelajaran pun berjalan lebih efektif. Penelitian juga menunjukkan bahwa kepercayaan diri siswa dalam berpartisipasi sangat dipengaruhi oleh hubungan sosial yang baik di dalam kelompok (Wang et al., 2018). Ketika siswa merasa nyaman dengan teman-teman mereka, mereka cenderung lebih aktif ikut berdiskusi dan berbagi ide.

Suasana nyaman ini juga membantu siswa untuk lebih fokus. Mereka jadi lebih gampang memahami materi karena merasa didukung oleh lingkungan belajar yang kondusif. Penelitian membuktikan bahwa lingkungan belajar yang mendukung bisa meningkatkan konsentrasi siswa dan membantu mereka memahami materi dengan lebih baik (Fraser, 2012). Jadi, suasana positif dalam kelompok tidak hanya membuat pembelajaran jadi lebih menyenangkan, tapi juga lebih efektif.

Secara keseluruhan, peningkatan hasil posttest yang signifikan ini bisa dikaitkan dengan beberapa faktor, seperti kedekatan emosional, kepercayaan diri, kolaborasi yang efektif, dan lingkungan belajar yang positif. Semua faktor ini saling berhubungan dan memberikan kontribusi pada pengalaman belajar yang lebih baik bagi siswa. Seperti yang dikatakan Slavin (2014), strategi pembelajaran kooperatif tidak hanya meningkatkan prestasi akademik tetapi juga membantu siswa mengembangkan keterampilan sosial dan emosional mereka. Jadi, menggunakan strategi pembentukan kelompok berdasarkan kedekatan emosional terbukti efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

1. Perbandingan hasil belajar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelompokan siswa memengaruhi dinamika kerja sama dan hasil belajar dalam model pembelajaran kooperatif. Pada pertemuan pertama, di mana siswa dikelompokkan secara acak, rata-rata hasil posttest meningkat dari 34,85 (pretest) menjadi 39,71. Namun, peningkatan ini relatif kecil, mengindikasikan bahwa pengelompokan acak tidak optimal dalam mendukung kerja sama yang efektif. Salah satu kendala yang teridentifikasi adalah kecenderungan siswa untuk ingin cepat menyelesaikan tugas tanpa benar-benar berkolaborasi. Karena kurangnya kedekatan emosional di antara anggota kelompok, beberapa siswa menjadi

pasif dan cenderung menyerahkan tanggung jawab kepada satu orang yang dianggap mampu. Hal ini menyebabkan ketimpangan partisipasi dan pembelajaran tidak berlangsung secara merata.

Sebaliknya, pada pertemuan kedua, siswa dikelompokkan berdasarkan kedekatan emosional dan jarak (dianalisis melalui NodeXL). Rata-rata hasil posttest meningkat secara signifikan menjadi 57,85. Kelompok yang sudah memiliki ikatan emosional menunjukkan dinamika kerja sama yang lebih baik. Siswa lebih terlibat aktif, berbagi ide, dan saling mendukung dalam menyelesaikan tugas. Karena adanya rasa saling percaya dan kenyamanan, seluruh anggota kelompok berkontribusi secara seimbang, sesuai dengan prinsip pembelajaran kooperatif yang menekankan interaksi positif dan tanggung jawab bersama.

Kondisi ini menegaskan bahwa pengelompokan berdasarkan kedekatan emosional menciptakan suasana belajar yang kondusif. Dengan adanya ikatan emosional, siswa tidak hanya lebih termotivasi untuk bekerja sama, tetapi juga merasa bertanggung jawab untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran. Hasilnya, pembelajaran menjadi lebih efektif, dan hasil belajar siswa meningkat secara signifikan.

2. Interprestasi dan Hubungan dengan Teori Graph

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori pembelajaran graph yang dimana pada penelitian ini peneliti mengelompokkan siswa menjadi dua kelompok yaitu kelompok acak dan kelompok berdasarkan kedekatan emosional. Dalam konteks teori graf, pengelompokan acak ini menghasilkan jaringan dengan konektivitas rendah. Setiap siswa dapat diibaratkan sebagai node dalam jaringan, sementara interaksi atau hubungan antar siswa menjadi edge yang menghubungkan node tersebut. Jaringan dengan sedikit edge cenderung tidak efisien dalam menyebarkan informasi, sehingga kerja sama dalam kelompok menjadi terhambat. Hal ini sesuai dengan teori graf oleh Boccaletti et al. (2006), yang menyatakan bahwa konektivitas rendah dalam suatu jaringan memperlambat distribusi ide dan informasi. Kondisi ini terlihat jelas pada kelompok acak, di mana interaksi antar siswa cenderung minim karena tidak adanya hubungan sosial yang kuat.

Sebaliknya, pada kelompok yang berdasarkan kedekatan emosional hasil menunjukkan peningkatan yang signifikan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa lingkungan belajar yang nyaman dan hubungan emosional yang baik dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran secara signifikan.

Dalam teori graf, kelompok ini dapat diibaratkan sebagai jaringan dengan konektivitas tinggi, di mana setiap node memiliki lebih banyak edge. Hubungan yang lebih erat di antara node menciptakan jalur komunikasi yang lebih efisien, memungkinkan siswa untuk berbagi ide dan bekerja sama dengan lebih produktif.

Selain itu, teori graf juga membantu menjelaskan mengapa kelompok dengan kedekatan emosional lebih efektif. Graf dengan konektivitas tinggi memiliki struktur yang stabil, di mana informasi dapat tersebar lebih cepat dan lebih merata di seluruh jaringan. Hal ini memperkuat teori yang dikemukakan oleh Johnson dan Johnson (2009), yang menyebutkan bahwa kelompok dengan hubungan interpersonal yang baik cenderung lebih efektif dalam berkolaborasi.

Dengan demikian, pengelompokan berdasarkan kedekatan emosional tidak hanya menciptakan suasana yang lebih nyaman, tetapi juga membentuk jaringan komunikasi yang kuat. Dalam jaringan ini, setiap siswa lebih terlibat aktif, saling mendukung, dan merasa lebih percaya diri dalam berbagi ide. Hal ini menciptakan pembelajaran yang lebih efektif dan meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Analisis menggunakan pendekatan teori graf seperti ini dapat menjadi panduan untuk merancang strategi pembelajaran kooperatif yang lebih optimal di masa depan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan teori graf untuk menganalisis jaringan komunikasi siswa menunjukkan dampak yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa di kelas. Pembelajaran kolaboratif yang dibangun dari pola jaringan komunikasi antar siswa menunjukkan bahwa kelompok yang terbentuk berdasarkan kedekatan persahabatan cenderung lebih berhasil dibandingkan pengelompokan secara acak. Ini terlihat dari bertambahnya interaksi positif dalam kelompok, kemudahan siswa dalam menyampaikan gagasan, dan efisiensi dalam menyelesaikan tugas kelompok. Microsoft NodeXL terbukti menjadi alat yang sangat berguna dalam memvisualisasikan hubungan antar siswa, seperti mengenali siswa yang menjadi pusat interaksi dan subkelompok yang muncul dalam jaringan komunikasi. Dengan demikian, teori graf tidak hanya memberikan pemahaman tentang pola komunikasi, tetapi juga membantu merancang strategi pembelajaran yang lebih ampuh. Pendekatan ini dapat diterapkan lebih luas untuk meningkatkan keterampilan komunikasi dan kerja sama siswa di berbagai mata pelajaran. Penelitian ini juga membuka kesempatan untuk mengembangkan metode pembelajaran yang didasarkan pada data dan teknologi untuk mendukung terciptanya pendidikan yang lebih efektif dan adaptif.

DAFTAR REFERENSI

Arends, R.I. (2012). Learning to Teach. New York: McGraw-Hill.

Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., & Hwang, D. (2006). Complex Networks: Structure and Dynamics. Physics Reports, 424(4-5), 175–308.

Fraser, B. J. (2012). Classroom Environment. In Handbook of Research on Science Education.

Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (2009). An Educational Psychology: Success for All Students. Boston: Allyn and Bacon.

Kusumawati, R. (2017). *Komunikasi Matemtis Siswa dalam Diskusi Berpasangan pada Siswa Kelas VIII*.

Midgett, C. W., & Eddins, S. K. (2001). NCTM's principles and standards for school mathematics: Implications for administrators. *Nassp Bulletin*, *85*(623), 35–42.

Prayitno, S., Suwarsono, S., & Siswono, T. Y. E. (2013). Komunikasi matematis siswa SMP dalam menyelesaikan soal matematika berjenjang ditinjau dari perbedaan gender. *Prosiding FMIPA UNY*, 384–389.

Sanjaya, A., & Matematika, P. (n.d.). Penggunaan Teori Graf Dalam Optimisasi Jaringan Komunikasi. In *Duniailmu.org* (Vol. 3, Issue 1).

Slavin, R.E. (2014). Cooperative Learning in Elementary Schools. In Handbook of Research on Learning and Instruction.

Sato, M. (2007). Tantangan yang harus dihadapi sekolah, makalah dalam bacaan rujukan untuk lesson study–berdasarkan pengalaman Jepang dan IMSTEP. *Jakarta: Sisttems*.

Tamur, M., Kusumah, Y. S., & Juandi, D. (2012). Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Berbasis Etnomatematika sebagai Upaya Meningkatkan Kemampuan Pemahaman dan Komunikasi Matematis Mahasiswa PGSD. *SIGMA DIDAKTIKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, *1*(1), 20–33.

Trianto. (2010). Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Umar, W. (2012). Membangun kemampuan komunikasi matematis dalam pembelajaran matematika. *Infinity Journal*, *1*(1), 1–9.

Wahyuni, S. (2018). Strategi Pembelajaran Aktif Berbasis Kolaboratif untuk Meningkatkan Kinerja Siswa. Yogyakarta: Deepublish.

Wang, M.T., Degol, J.L., & Eccles, J.S. (2018). The Role of Social Relationships in Students' Motivation and Engagement. In Handbook of Motivation at School.