

KAJIAN KOMPREHENSIF PENELITIAN TERKINI MENGENAI GRAFIK MAKSIMUM DAN IMPLIKASINYA DALAM PEMODELAN JARINGAN

Glenda Nasywa Utami¹, Zefriyenni²
Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah artikel:

Received: 11 Nov 2025

Revised: 20 Des 2026

Accepted: 25 Jan 2026

Published: 23 Feb 2026

Kata kunci:

*Extremal graph theory,
Applications of graph theory in
networks,*

ABSTRAK

Penelitian ini menyajikan kajian komprehensif mengenai grafik maksimum dalam extremal graph theory dan implikasinya terhadap pemodelan jaringan modern. Dengan menggunakan metode Systematic Literature Review berbasis kerangka PRISMA, artikel-artikel terindeks Scopus Q1–Q4 periode 2020–2025 ditelusuri melalui aplikasi Watase UAKE. Dari 74 publikasi yang teridentifikasi, 10 artikel memenuhi kriteria inklusi dan kemudian dipersempit menjadi 3 studi utama yang dianggap paling relevan. Hasil sintesis menunjukkan bahwa penelitian terkini bergerak dalam dua arah saling melengkapi, yaitu penguatan landasan teoretis graf ekstremal dan penerapan teori graf pada jaringan nyata, khususnya jaringan otak. Studi-studi ini menegaskan bahwa struktur graf maksimum berperan penting dalam memahami efisiensi, kerentanan, dan pola konektivitas jaringan. Secara keseluruhan, kajian ini menyoroti peluang integrasi lebih erat antara hasil ekstremal dan kebutuhan praktis pemodelan jaringan, serta membuka ruang riset lanjutan untuk merancang topologi jaringan optimal pada berbagai domain aplikasi. Rekomendasi penelitian selanjutnya mencakup perluasan domain aplikasi, variasi metrik topologis, dan pendekatan komputasional cerdas adaptif.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [lisensi CC BY-SA](#).



Penulis yang sesuai:

Glenda Nasywa Utami
Departemen Ekonomi, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis
Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Padang, Indonesia
Email: glenda.nasywa@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi informasi, komunikasi, dan sains data dalam satu dekade terakhir menjadikan jaringan (*networks*) sebagai salah satu objek kajian utama di berbagai disiplin, mulai dari jaringan komputer dan komunikasi, jejaring sosial, hingga jaringan biologis dan infrastruktur transportasi. Teori graf menyediakan kerangka matematis yang ringkas namun sangat ekspresif untuk memodelkan struktur jaringan tersebut, di mana simpul (*vertices*) merepresentasikan entitas dan sisi (*edges*) menggambarkan relasi atau interaksi di antara entitas. Berbagai studi mutakhir menegaskan bahwa konsep-konsep dasar teori graf – seperti derajat simpul, jarak, centrality, dan struktur komunitas – memainkan peran penting dalam analisis dan optimasi jaringan modern, misalnya dalam pemodelan jejaring sosial dan komputer. Hal ini tampak, antara lain, pada survei Majeed dan Rauf (2020) tentang aplikasi teori graf dalam ilmu komputer dan jejaring sosial,

serta kajian terkini mengenai penerapan teori graf dalam analisis dan optimasi jaringan berskala besar (Majeed & Rauf, 2020).

Sejalan dengan itu, penelitian mengenai aplikasi teori graf dalam jaringan (*applications of graph theory in networks*) mengalami diversifikasi yang signifikan. Kajian kontemporer tidak hanya berfokus pada jaringan deterministik klasik, tetapi juga pada jaringan kompleks dan dinamis yang dianalisis dengan pendekatan komputasional modern, termasuk *graph-based deep learning* dan *graph neural networks* (GNNs). Misalnya, survei tentang *graph-based deep learning* pada jaringan komunikasi menunjukkan bahwa representasi graf mampu menangkap topologi jaringan, pola trafik, dan konfigurasi routing secara terpadu, sehingga mendukung perancangan skema pengaturan sumber daya dan routing yang lebih efisien. Demikian pula, studi tentang GNN untuk jaringan komunikasi menyoroti bagaimana model pembelajaran pada graf dapat dimanfaatkan untuk memprediksi performa jaringan, mendeteksi kemacetan, dan meningkatkan keandalan layanan (Jiang, n.d.).

Di sisi lain, dari perspektif teori, *extremal graph theory* berkembang menjadi cabang penting dalam kombinatorika yang mempelajari batas maksimum atau minimum suatu invariant graf (misalnya jumlah sisi, jarak rata-rata, status, atau indeks tertentu) di bawah sejumlah kendala struktural, seperti derajat maksimum, diameter, atau ketersambungan. Pendekatan ekstremal ini sangat relevan untuk pemodelan jaringan karena banyak permasalahan rekayasa jaringan pada hakikatnya dapat dipandang sebagai pencarian “graf terbaik” (graf maksimum/optimal) yang memenuhi batasan sumber daya dan keandalan tertentu. Penelitian terbaru mengenai pembelajaran struktur graf ekstremal dalam dimensi tinggi juga menunjukkan bahwa teknik statistik dan pembelajaran mesin dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola-pola ekstrem yang muncul pada jaringan kompleks, sehingga memperkuat jembatan antara teori graf murni dan pemodelan jaringan nyata (Shin, 2020).

Secara lebih khusus, studi mengenai grafik maksimum – yakni graf yang mencapai batas ekstrem dari suatu parameter di kelas graf tertentu – menjadi fokus penting dalam extremal graph theory mutakhir. Misalnya, Tsai dkk. (2024) mengkaji graf dengan derajat maksimum dan orde tertentu yang mencapai batas atas untuk parameter *minimum status*, yaitu jumlah jarak minimum dari suatu simpul ke seluruh simpul lain dalam graf. Sementara itu, Hayat dan Otera (2024) meneliti graf k-tersambung ekstremal yang memaksimalkan *closeness* di bawah batasan ketersambungan dan parameter struktural lain, yang secara langsung berkaitan dengan efisiensi penyebaran informasi dan keandalan jaringan komunikasi. Di sisi lain, banyak karya ekstremal lain mengeksplorasi graf yang memaksimalkan atau meminimalkan berbagai indeks topologi, seperti indeks Sombor atau parameter monitoring pada *edge-geodetic sets*, yang semuanya memberikan wawasan tentang bagaimana konfigurasi graf tertentu dapat dianggap “paling ekstrem” dalam hal efisiensi atau ketahanan jaringan (Lin et al., 2024).

Keterkaitan antara grafik maksimum dan pemodelan jaringan semakin nyata ketika hasil-hasil ekstremal tersebut diterjemahkan ke dalam konteks desain dan analisis topologi jaringan. Graf yang memaksimalkan *closeness* atau meminimalkan *status* dapat diartikan sebagai jaringan yang memungkinkan penyebaran informasi lebih cepat dengan jarak rata-rata yang kecil, sedangkan graf dengan batas ekstrem pada derajat maksimum dan diameter sering digunakan sebagai *benchmark* dalam konstruksi jaringan yang hemat biaya namun tetap memiliki kinerja tinggi. Berbagai kajian terbaru tentang aplikasi teori graf dalam analisis jaringan – baik jaringan komunikasi, sosial, maupun biologis – menggarisbawahi perlunya sintesis komprehensif yang menghubungkan teori grafik maksimum dengan kebutuhan praktis pemodelan jaringan modern. Oleh karena itu, penelitian berjudul “Kajian Komprehensif Penelitian Terkini Mengenai Grafik Maksimum dan Implikasinya dalam Pemodelan Jaringan” ini bertujuan untuk memetakan dan mengintegrasikan perkembangan mutakhir extremal graph theory terkait grafik maksimum dengan berbagai skenario pemodelan jaringan, sehingga dapat memberikan landasan teoritis yang lebih kuat sekaligus panduan praktis bagi perancangan dan analisis jaringan di era data besar dan komputasi cerdas (Kothimbire et al., 2025).

TINJAUAN LITERATUR

Extremal Graph Theory

Extremal graph theory adalah cabang dari teori graf yang mempelajari seberapa “ekstrem” suatu graf bisa dibuat (misalnya jumlah sisi/edge-nya semaksimal mungkin atau seminimal mungkin) dengan tetap memenuhi batasan tertentu, seperti tidak mengandung subgraf tertentu (Li et al., 2021).

Applications of Graph Theory in Networks

Applications of Graph Theory in Networks mengacu pada Penggunaan konsep-konsep teori graf untuk memodelkan, menganalisis, dan mengoptimasi berbagai jenis jaringan (network), seperti jaringan komputer, jaringan komunikasi, jaringan listrik, jaringan sosial, hingga jaringan transportasi dan logistik (S, 2020).

METODE

Penelitian ini merupakan kajian literatur sistematis yang berfokus pada dua domain utama, yakni *Extremal Graph Theory*, *Applications of Graph Theory in Networks*, dalam konteks yang lebih luas. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan merujuk pada kerangka kerja PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) sebagaimana direkomendasikan oleh (Page et al., 2021). Pemilihan pendekatan ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa proses penelaahan literatur berlangsung secara terarah, transparan, dan terstruktur, sehingga keluaran penelitian berupa sintesis pengetahuan yang tidak hanya kredibel, tetapi juga dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

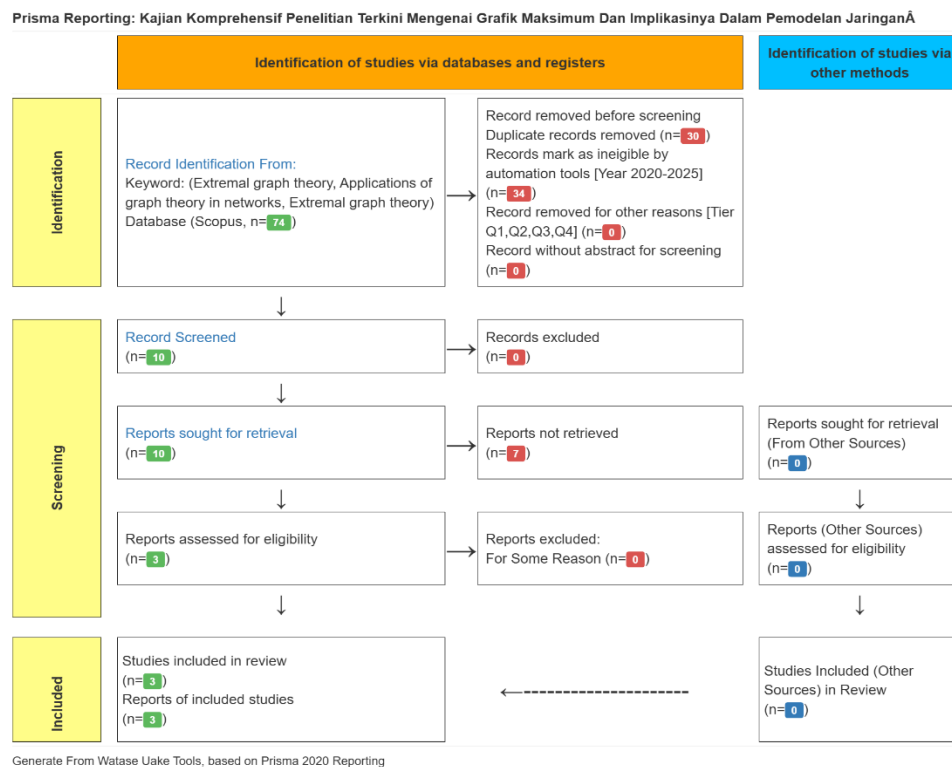
Secara operasional, pelaksanaan SLR dilakukan melalui beberapa tahapan utama. Pertama, peneliti merumuskan kata kunci sekaligus menyusun strategi pencarian literatur pada basis data Scopus, dengan fokus pada artikel jurnal bereputasi peringkat Q1 hingga Q4 yang relevan dengan ketiga fokus kajian. Kedua, dilakukan seleksi artikel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya, mengikuti alur kerja PRISMA mulai dari tahap penyaringan awal hingga penentuan artikel akhir yang akan dianalisis. Ketiga, peneliti melakukan ekstraksi data dengan mengumpulkan informasi penting dari setiap studi, seperti nama penulis, tahun publikasi, pendekatan metodologis, konteks penelitian, serta temuan utama. Keempat, kualitas dan relevansi artikel ditelaah menggunakan pedoman penilaian standar guna menjaga akurasi dan integritas keseluruhan kajian. Terakhir, data yang telah tersaring disintesiskan melalui pendekatan naratif dan deskriptif, sehingga pola, kesamaan, dan perbedaan temuan antar penelitian dapat dipetakan secara komprehensif.

Melalui rangkaian prosedur tersebut, penelitian ini diharapkan mampu menyajikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai perkembangan riset terkait *Extremal Graph Theory* dan *Applications of Graph Theory in Networks*. Selain itu, kajian ini berupaya mengintegrasikan berbagai bukti empiris dari penelitian terdahulu untuk memperkuat landasan konseptual dalam memahami strategi pengambilan keputusan finansial di tengah ketidakpastian pasar. Penggunaan kerangka PRISMA memberikan kontribusi penting dalam memastikan bahwa proses kajian berlangsung secara logis, dapat direplikasi, serta mudah ditelusuri kembali oleh pembaca akademik (Page et al., 2021).

Pada tahap pengumpulan literatur, penelitian ini memanfaatkan aplikasi Watase UAE yang terhubung dengan API Key Scopus untuk mengakselerasi proses penelusuran sumber-sumber ilmiah bereputasi. Aplikasi tersebut membantu proses penyaringan dan identifikasi artikel yang terindeks Scopus pada kategori Q1–Q4, dengan rentang tahun publikasi 2020 hingga 2025. Berdasarkan hasil seleksi akhir, diperoleh tiga artikel utama yang dinilai paling relevan dan representatif terhadap fokus penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kajian literatur dengan memanfaatkan aplikasi *Watase* UAE, diperoleh sejumlah temuan yang dirangkum dan disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Output Watase UAE (Metode Prisma)

(Sumber: diolah sendiri 2025)

Berdasarkan penelusuran literatur yang telah dipaparkan pada subbab sebelumnya, teridentifikasi sebanyak 74 publikasi yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Publikasi-publikasi tersebut memuat istilah seperti *Extremal Graph Theory*, *Applications of Graph Theory in Networks* itu sendiri, serta berbagai istilah lain yang masih berada dalam ranah kajian yang sama. Seluruh publikasi diakses melalui basis data Scopus dengan klasifikasi jurnal mulai dari kuartil Q1 hingga Q4.

Pada tahap berikutnya, dilakukan proses penyaringan awal dengan mengacu pada kriteria inklusi yang telah dirumuskan sebelumnya. Melalui proses seleksi ini, diperoleh 10 artikel yang dinilai relevan dan sejalan dengan fokus penelitian, yakni artikel-artikel terindeks Scopus Q1–Q4 yang memiliki keterkaitan langsung dengan topik yang dikaji.

Dari 46 artikel tersebut, 10 artikel kemudian dinyatakan lolos seleksi awal dan disaring kembali pada tahap berikutnya. Selanjutnya, dilakukan analisis yang lebih mendalam terhadap 3 artikel utama. Pada akhirnya, 3 artikel tersebut ditetapkan sebagai rujukan utama dalam kajian ini karena dianggap paling representatif dan paling sesuai dengan tujuan serta fokus penelitian.

Tabel 1
Hasil pencarian untuk artikel yang memenuhi persyaratan

No	Authors/Years	Title	Journal	Citation	Journal Rank	Method
1	(Vecchio et al., 2023)	Brain Network Topology in Personalized Deficit and Non-Deficit	Journal of Personalized Medicine	2	Q2	Penelitian ini menggunakan citra MRI struktural resolusi tinggi yang dianalisis dengan teori graf pada jaringan

		<i>Schizophrenia Application of Graph Theory to Local and Global Indices</i>				kovariansi ketebalan kortikal untuk membandingkan topologi jaringan otak pada skizofrenia defisit, non-defisit, dan kontrol sehat, dan hasilnya menunjukkan bahwa kelompok skizofrenia defisit mengalami gangguan segregasi jaringan yang lebih luas secara global maupun lokal, sedangkan kelompok non-defisit hanya mengalami perubahan yang lebih terbatas terutama di area temporoparietal
2	(Ramos et al., 2022)	<i>Network phenotypes and their clinical significance in temporal lobe epilepsy using machine learning applications to morphological and functional graph theory metrics</i>	<i>Scientific Reports</i>	13	Q1	ChatGPT bilang: Penelitian ini menggunakan metode machine learning K-means pada metrik teori graf yang berasal dari RS-fMRI dan MRI struktural untuk mengelompokkan jaringan otak pada penderita epilepsi lobus temporal, dan hasilnya ditemukan dua fenotipe jaringan (normal mirip kontrol dan abnormal) yang hanya sedikit tumpang-tindih, di mana fenotipe morfologi lebih kuat terkait dengan beban kejang serta gangguan kognitif, sedangkan fenotipe fungsional terutama berkaitan dengan usia.
3	(Theory & Sason, 2022)	<i>Information Inequalities via Submodularity and a Problem in Extremal Graph Theory</i>	<i>Entropy</i>	4	Q2	Penelitian ini menggunakan pendekatan teoretis berbasis sifat submodular/supermodular fungsi himpunan dan ukuran informasi Shannon untuk secara sistematis menurunkan keluarga baru ketidaksamaan informasi (yang juga menyederhanakan dan menggeneralisasi ketaksamaan Han serta lemma Shearer), lalu menerapkannya pada masalah teori graf ekstremal sehingga menghasilkan batas-batas yang lebih umum dan lebih tajam daripada hasil sebelumnya.

Sumber: diolah sendiri 2025

Pemanfaatan teori graf dalam penelitian terkini menunjukkan dua arah yang saling melengkapi, yaitu penerapan pada jaringan nyata dan pengembangan landasan teoretis murni. Pada sisi aplikasi, jaringan kompleks seperti otak dimodelkan sebagai graf untuk mengungkap pola konektivitas yang berkaitan dengan kondisi klinis dan perbedaan fenotipe. Melalui analisis topologi

jaringan yang dibangun dari data pencitraan otak, berbagai penelitian berhasil menunjukkan bahwa perubahan struktur graf tertentu berhubungan dengan gangguan fungsi, beban penyakit, dan kemampuan kognitif. Hal ini menegaskan bahwa konsep dan metrik dalam teori graf bukan hanya abstraksi matematis, tetapi juga alat analisis yang efektif untuk memahami perilaku jaringan di dunia nyata.

Di sisi lain, perkembangan teori mengenai ketaksamaan informasi dan sifat submodular pada fungsi himpunan telah menghasilkan batas-batas baru yang lebih umum dan tajam dalam konteks graf ekstremal. Kajian ini memberikan gambaran tentang bagaimana karakteristik maksimum suatu graf—misalnya batas jumlah hubungan atau konfigurasi tertentu—dapat ditentukan secara lebih sistematis dan ketat. Jika kedua arah tersebut digabungkan, maka muncul kebutuhan akan suatu kajian komprehensif yang menelaah grafik maksimum sekaligus mengaitkannya dengan pemodelan jaringan. Inilah posisi penelitian berjudul “*Kajian Komprehensif Penelitian Terkini Mengenai Grafik Maksimum dan Implikasinya dalam Pemodelan Jaringan*”, yang bertujuan menjembatani hasil-hasil teoretis tentang batas maksimum graf dengan berbagai bentuk jaringan nyata di beragam domain aplikasi.

DISKUSI

Temuan kajian ini menunjukkan bahwa penelitian mengenai grafik maksimum berada pada persimpangan penting antara teori graf murni dan pemodelan jaringan nyata. Studi yang berfokus pada jaringan otak memperlihatkan bagaimana perubahan kecil pada struktur graf – misalnya derajat, keterhubungan, dan distribusi sisi – dapat berdampak signifikan terhadap fungsi jaringan dan kondisi klinis. Hal ini mengindikasikan bahwa konsep graf maksimum, seperti konfigurasi yang memaksimalkan konektivitas atau mengubah pola modularitas, tidak hanya relevan secara matematis tetapi juga klinis, karena berkaitan dengan beban penyakit, defisit kognitif, dan diferensiasi fenotipe. Di sisi lain, pengembangan ketaksamaan informasi dan sifat submodular memberi kerangka teoretis yang lebih sistematis untuk menurunkan batas ekstremal, sehingga memperkaya alat analisis dalam merancang dan mengevaluasi topologi jaringan.

Keterpaduan antara arah teoretis dan aplikatif ini menegaskan bahwa grafik maksimum dapat diposisikan sebagai jembatan konseptual untuk memahami *trade-off* antara efisiensi, ketahanan, dan kompleksitas jaringan. Dalam konteks jaringan otak, misalnya, topologi yang terlalu “maksimal” dalam hal konektivitas dapat meningkatkan efisiensi komunikasi, tetapi sekaligus berpotensi menambah kerentanan terhadap gangguan tertentu. Sebaliknya, konfigurasi graf yang lebih “hemat” mungkin meningkatkan stabilitas namun mengurangi kecepatan penyebaran informasi. Kajian ini menunjukkan bahwa pendekatan ekstremal membuka peluang untuk memformulasikan desain jaringan yang menyeimbangkan berbagai tujuan tersebut, baik pada domain neuroimaging, jaringan komunikasi, maupun jaringan sosial dan infrastruktur. Dengan demikian, grafik maksimum tidak hanya berfungsi sebagai objek studi abstrak, tetapi juga sebagai referensi normatif dalam mengevaluasi dan mengoptimasi jaringan di dunia nyata.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review*, dapat disimpulkan bahwa penelitian terkini mengenai grafik maksimum dan extremal graph theory memberikan kontribusi penting bagi pengembangan pemodelan jaringan modern. Dari 74 publikasi yang teridentifikasi, tiga artikel utama yang dianalisis secara mendalam memperlihatkan dua arus besar: pertama, pemanfaatan teori graf untuk memetakan dan membedakan pola konektivitas jaringan otak pada berbagai kondisi klinis; kedua, penguatan landasan matematis melalui pengembangan ketaksamaan informasi dan batas ekstremal yang lebih tajam. Kedua arus ini saling melengkapi dalam memperjelas bagaimana struktur graf maksimum memengaruhi sifat-sifat kunci jaringan seperti efisiensi, modularitas, dan kerentanan.

Secara substansial, kajian ini menegaskan bahwa grafik maksimum memiliki potensi strategis sebagai acuan dalam merancang dan mengevaluasi topologi jaringan di berbagai bidang. Hasil-hasil teoretis mengenai batas maksimum suatu parameter graf dapat diterjemahkan menjadi pedoman untuk mengatur struktur jaringan agar mencapai kinerja optimal dengan tetap

memperhatikan keterbatasan sumber daya dan risiko gangguan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkaya pemahaman konseptual tentang extremal graph theory, tetapi juga menyediakan titik tolak bagi penelitian lanjutan yang lebih aplikatif, terutama pada pemodelan jaringan otak, jaringan komunikasi, dan jaringan kompleks lainnya.

BATASAN

Penelitian ini memiliki beberapa batasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasilnya. Pertama, sumber literatur dibatasi pada artikel yang terindeks Scopus dengan klasifikasi jurnal Q1–Q4 pada periode 2020–2025, sehingga kemungkinan terdapat studi relevan di basis data lain atau di luar rentang waktu tersebut yang tidak tercakup. Kedua, jumlah artikel utama yang dianalisis secara mendalam hanya tiga, sehingga keluaran sintesis lebih bersifat eksploratif dan belum dapat mewakili keseluruhan lanskap riset mengenai grafik maksimum dan pemodelan jaringan.

Selain itu, fokus kajian ini masih terbatas pada sebagian domain aplikasi, terutama jaringan otak dan pengembangan teoretis ketaksamaan informasi dalam konteks graf ekstremal. Bidang-bidang lain seperti jaringan transportasi, jaringan energi, atau jejaring sosial digital belum tergali secara memadai dalam sintesis ini. Pendekatan yang digunakan juga bersifat kualitatif naratif, sehingga belum mengeksplorasi secara kuantitatif perbandingan kinerja berbagai struktur graf maksimum dalam skenario simulasi atau implementasi nyata. Oleh karena itu, hasil penelitian ini sebaiknya dipandang sebagai pijakan awal yang memerlukan verifikasi dan perluasan melalui studi lanjutan yang lebih luas dan mendalam.

REFERENSI

- Jiang, W. (n.d.). *Graph-based Deep Learning for Communication Networks : A Survey*.
- Kothimbire, D. K., Shelke, D. S., Gaikwad, S. V., Yelpale, A. P., & Shinde, R. N. (2025). *A Comprehensive Review of Graph Theory Applications in Network Analysis*. 13(03), 4956–4967. <https://doi.org/10.47191/ijmcr/v13i3.08>
- Li, Y., Liu, W., & Feng, L. (2021). *arXiv : 2111 . 03309v2 [math . CO] 12 May 2022. November*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.03309>
- Lin, C., Tsai, W., & Shang, J. (2024). *Graphs with a Fixed Maximum Degree and Order Attaining the Upper Bound on Minimum Status*.
- Majeed, A., & Rauf, I. (2020). *Graph Theory : A Comprehensive Survey about Graph Theory Applications in Computer Science and Social Networks*.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ramos, C. G., Nair, V., Maganti, R., Mathis, J., Conant, L. L., Prabhakaran, V., Binder, J. R., Meyerand, B., Hermann, B., & Struck, A. F. (2022). Network phenotypes and their clinical significance in temporal lobe epilepsy using machine learning applications to morphological and functional graph theory metrics. *Scientific Reports*, 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18495-z>
- S, B. J. (2020). *Recent Advances in Graph Theory and its Applications* . 533–538.
- Shin, T. (2020). *Extremal Graph Theory*. 1–14.
- Theory, G., & Sason, I. (2022). *Information Inequalities via Submodularity and a Problem*. 1–31.
- Vecchio, D., Piras, F., Ciullo, V., Piras, F., Natalizi, F., Ducci, G., Ambrogi, S., Spalletta, G., & Banaj, N. (2023). *Brain Network Topology in Deficit and Non-Deficit Schizophrenia : Application of Graph Theory to Local and Global Indices*. 1–13.