

Rahma Pratiwi

2404130055 Rahma Pratiwi Makalah Matematika Diskrit

 TUGAS KULIAH

Document Details

Submission ID

trn:oid:::3618:123169582

4 Pages

Submission Date

Nov 29, 2025, 9:39 PM GMT+7

2,634 Words

Download Date

Nov 29, 2025, 9:41 PM GMT+7

17,998 Characters

File Name

2404130055 Rahma Pratiwi Makalah Matematika Diskrit.docx

File Size

98.3 KB

0% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
 - ▶ Quoted Text
 - ▶ Small Matches (less than 15 words)
-

Top Sources

- | | |
|----|--|
| 0% |  Internet sources |
| 0% |  Publications |
| 0% |  Submitted works (Student Papers) |
-

Top Sources

- 0%  Internet sources
 - 0%  Publications
 - 0%  Submitted works (Student Papers)
-

Analisis Struktur Percabangan Cerita Game Menggunakan Teori Graf Terarah, Jalan, Jejak, dan Siklus

Rahma Pratiwi, Teknik Informatika, Universitas Negeri Semarang, Indonesia.

Abstract— Penelitian ini menganalisis struktur percabangan cerita pada game interaktif menggunakan pendekatan matematika diskrit, khususnya teori graf terarah. Struktur naratif dimodelkan sebagai graf $G = (V, E)$, di mana setiap adegan direpresentasikan sebagai simpul dan keputusan pemain divisualisasikan sebagai busur terarah. Penelitian dilakukan melalui tiga tahap utama: (1) identifikasi percabangan cerita dan pemetaan seluruh jalur keputusan, (2) pemodelan struktur naratif dalam bentuk adjacency list dan adjacency matrix, serta (3) analisis graf menggunakan konsep jalan, jejak, lintasan, siklus, dan keterjangkauan. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur cerita membentuk directed acyclic graph (DAG) tanpa siklus, sehingga alur selalu bergerak maju secara konsisten. Seluruh simpul utama terbukti dapat dicapai dari simpul awal, sementara penyisipan simpul contoh yang tidak terjangkau menegaskan pentingnya proses validasi naratif. Selain itu, ditemukan adanya redundansi naratif melalui konvergensi beberapa jalur ke simpul A10 yang berfungsi untuk mengendalikan kompleksitas percabangan. Temuan ini menunjukkan bahwa teori graf terarah efektif digunakan untuk mengevaluasi kualitas, konsistensi, dan efisiensi desain naratif dalam game bercabang. Pendekatan ini juga memberikan dasar matematis bagi pengembang untuk meningkatkan struktur cerita serta merancang percabangan yang lebih stabil, terukur, dan adaptif.

Kata Kunci: teori graf, graf terarah, jalan dan lintasan, branching narrative, analisis struktur cerita, matematika diskrit.

I. PENDAHULUAN

Industri game modern menunjukkan perkembangan yang sangat cepat, khususnya pada genre game naratif interaktif yang mengimplementasikan *branching narrative* atau struktur cerita bercabang. Pada model ini, pemain tidak hanya mengikuti alur yang bersifat linear, tetapi berperan sebagai pengambil keputusan yang mampu mengarahkan perubahan pada perkembangan cerita [1]. Setiap keputusan menghasilkan transisi menuju adegan atau keadaan yang berbeda sehingga membentuk berbagai jalur permainan (*multiple paths*) dan beragam kemungkinan akhir cerita. Kondisi tersebut menjadikan analisis struktur naratif semakin penting dalam pengembangan maupun kajian ilmiah terkait game interaktif.

Pendekatan berbasis matematika diskrit, terutama teori graf terarah, banyak dimanfaatkan sebagai metode formal untuk memetakan hubungan antarskenario dalam cerita game. Dalam representasi graf, adegan diposisikan sebagai simpul (*node*), sedangkan pilihan atau aksi pemain direpresentasikan sebagai busur terarah (*directed edge*) yang menghubungkan satu simpul ke simpul lain [2]. Model ini memungkinkan dilakukannya analisis kuantitatif terhadap alur cerita, seperti pendekripsi-

simpul yang tidak dapat dijangkau, jalur buntu, percabangan yang berlebihan, atau struktur alur yang tidak konsisten.

Selain itu, konsep dasar dalam teori graf seperti jalan (*walk*), jejak (*trail*), lintasan (*path*), dan siklus (*cycle*) memberikan kerangka matematis yang lebih terperinci untuk mengevaluasi kualitas struktur naratif. Keberadaan siklus, misalnya, dapat menyebabkan alur cerita berulang tanpa penyelesaian, sedangkan lintasan yang terlalu panjang dapat mempengaruhi pengalaman pemain dan meningkatkan beban kognitif dalam mengikuti alur cerita [3]. Analisis tersebut memberikan manfaat penting bagi pengembang untuk menjaga konsistensi dan efisiensi naratif.

Penelitian sebelumnya dalam bidang *interactive storytelling* menunjukkan bahwa pendekatan berbasis model matematis mampu meningkatkan kualitas struktur naratif dan mengurangi percabangan yang tidak diperlukan [4]. Sementara itu, studi tentang graf terarah dalam berbagai sistem terhubung memperlihatkan bahwa teori graf efektif dalam mengidentifikasi ketidakefisienan struktur serta meningkatkan kontrol terhadap kompleksitas jaringan [5]. Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini menerapkan teori graf terarah untuk memodelkan percabangan cerita dan menganalisisnya melalui perspektif matematika diskrit.

Tujuan dari makalah ini adalah memetakan struktur percabangan cerita ke dalam bentuk graf terarah, melakukan analisis jalur berdasarkan konsep jalan, jejak, lintasan, dan siklus, serta mengevaluasi konsistensi dan keteraturan alur cerita menggunakan pendekatan matematika diskrit. Analisis ini diharapkan dapat memberikan penilaian yang lebih terukur serta rekomendasi bagi penyempurnaan struktur naratif dalam game bercabang.

II. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Teori graf merupakan bagian penting dalam matematika diskrit yang digunakan untuk memodelkan struktur hubungan antar objek. Dalam graf, himpunan simpul dan sisi membentuk representasi formal dari suatu sistem terhubung. Menurut Munir (2016), graf terarah (*directed graph*) adalah jenis graf yang setiap sisinya memiliki arah tertentu, sehingga hubungan antar simpul mengikuti aliran yang telah ditentukan. Model seperti ini sangat relevan dalam memetakan alur percabangan cerita, karena setiap keputusan pemain memicu perpindahan dari satu adegan ke adegan lainnya berdasarkan arah transisi tersebut.

Konsep fundamental dalam teori graf seperti jalan (*walk*), jejak (*trail*), lintasan (*path*), dan siklus (*cycle*) merupakan dasar untuk menganalisis bagaimana suatu entitas bergerak melalui simpul-simpul pada graf. Jalan merupakan urutan simpul yang

saling terhubung melalui sisi, jejak merupakan jalan tanpa pengulangan sisi, sedangkan lintasan adalah jalan tanpa pengulangan simpul. Siklus terjadi apabila lintasan yang ditempuh kembali ke simpul asal. Keempat konsep ini digunakan untuk memahami panjang jalur, pola kunjungan, dan potensi pengulangan alur dalam struktur cerita.

Penelitian dalam bidang *interactive storytelling* menunjukkan bahwa struktur bercabang dapat dianalisis secara sistematis menggunakan teori graf. Dewanto dan Suprajitno (2024) menekankan bahwa struktur bercabang merupakan elemen penting dalam membangun *immersion* dan pengalaman emosional pemain pada game modern, terutama ketika kejadian dalam cerita dipengaruhi oleh pilihan pemain [1]. Hal serupa juga ditunjukkan oleh David et al. (2017), yang memanfaatkan graf terarah untuk merancang *dynamic branching story* agar percabangan lebih mudah dipantau dan tidak mengalami ketidakkonsistenan alur [2].

Penelitian yang dilakukan Limbong, Atmaja, dan Mandyartha (2025) menunjukkan bahwa pemetaan percabangan cerita ke dalam graf membantu mengidentifikasi jalur redundan dan mengorganisasi kembali struktur narasi agar lebih efisien, terutama dalam konteks game edukasi [3]. Sementara itu, Hermila et al. (2023) menemukan bahwa penggunaan struktur naratif interaktif secara terarah mampu meningkatkan keterlibatan dan efektivitas pembelajaran dalam sistem e-learning [4], mempertegas bahwa representasi terstruktur melalui graf memiliki manfaat praktis di luar bidang game.

Kajian lainnya dalam konteks budaya digital juga menunjukkan relevansi model graf. Mulyana (2022) menunjukkan bagaimana *interactive storytelling* dalam media game memerlukan struktur cerita yang terhubung secara logis dan terarah agar alur tetap mudah dipahami serta tidak menimbulkan kebingungan pada pemain [5]. Selain itu, berbagai penelitian pada graf terarah dalam sistem jaringan juga menunjukkan bahwa model ini efektif untuk mendeteksi jalur buntu, simpul tidak terjangkau, serta ketidakefisienan struktur [5]. Temuan-temuan tersebut memperkuat penggunaan teori graf sebagai dasar analisis percabangan cerita.

III. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan analitis dengan tiga tahap utama, yaitu pengumpulan struktur percabangan cerita, pemodelan graf terarah, dan analisis struktur graf menggunakan konsep matematika diskrit.

Tahap pertama adalah pengumpulan data percabangan cerita. **Data struktur cerita diperoleh dari model desain naratif (prototipe) game berbasis pilihan**, yang mencakup semua kemungkinan adegan (*scene*) dan transisi keputusan (*choice*). Struktur cerita dianalisis dengan menelusuri seluruh adegan dan keputusan yang menyebabkan perubahan alur. Setiap pilihan pemain dicatat sebagai titik percabangan, sementara konsekuensi dari pilihan tersebut dicatat sebagai transisi menuju adegan berikutnya. **Proses ini dilakukan secara sistematis dengan memetakan setiap skenario dari awal hingga akhir**, mencatat seluruh variasi jalur permainan yang mungkin ditempuh oleh pemain.

Tahap kedua adalah pemodelan struktur percabangan cerita dalam bentuk graf terarah $G = (V, E)$ $G = (V, E)G = (V, E)$, di mana

V merupakan himpunan simpul yang merepresentasikan adegan atau keadaan cerita, dan E merupakan himpunan busur terarah yang menunjukkan arah alur cerita akibat keputusan pemain. Untuk keperluan analisis, struktur graf disajikan dalam bentuk *adjacency list* dan matriks ketetanggaan (*adjacency matrix*). Representasi ini memudahkan identifikasi keterhubungan antar simpul.

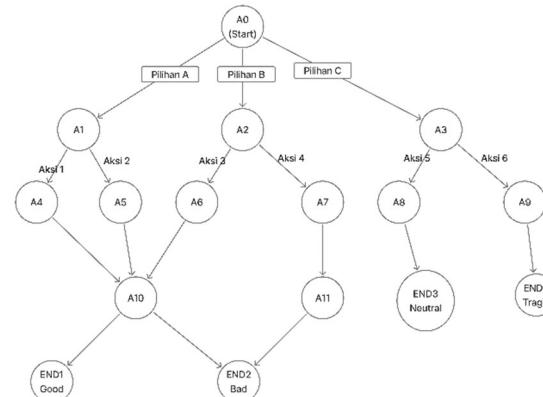
Tabel 3.1: Tabel *adjacency list* sederhana

Simpul	Terhubung ke
A0	A1, A2
A1	A3
A2	A4, A5
A3	END1
A5	END2

Tahap ketiga adalah analisis graf. Analisis jalan, jejak, dan lintasan digunakan untuk mengidentifikasi jalur-jalur yang menghubungkan simpul awal ke setiap ending. Analisis siklus digunakan untuk mendeteksi kemungkinan adanya pengulangan adegan yang tidak diinginkan. Selain itu dilakukan *reachability analysis* untuk menentukan apakah terdapat simpul yang tidak dapat dicapai dari simpul awal, serta analisis redundansi untuk melihat apakah terdapat lintasan yang sebenarnya tidak memberi kontribusi berarti pada alur cerita. Seluruh hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi konsistensi struktur percabangan dan memberikan rekomendasi desain.

Representasi graf terarah dari struktur cerita kemudian divisualisasikan untuk menunjukkan hubungan antar simpul dan arah percabangan berdasarkan pilihan pemain. Visualisasi ini digunakan untuk membantu proses analisis ketercapaian, lintasan, serta identifikasi jalur menuju masing-masing ending. Struktur graf lengkap ditunjukkan pada **Gambar 3.1**.

Gambar 3.1: Struktur graf terarah percabangan cerita yang digunakan sebagai model analisis



Gambar 3.1. Representasi graf terarah $G = (V, E)$ dari struktur percabangan cerita. Simpul A0 merepresentasikan titik awal cerita, simpul A1–A11 menunjukkan tahap-tahap adegan yang dipengaruhi oleh pilihan pemain, dan simpul END1-END4 merupakan empat kemungkinan akhir cerita. Busur terarah

menggambarkan transisi antar simpul berdasarkan aksi atau keputusan pemain. Graf menunjukkan pola divergensi pada simpul A0, A1, A2, dan A3, serta konvergensi pada simpul A10 sebagai titik pertemuan beberapa jalur cerita sebelum menuju ending.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan percabangan cerita ke dalam graf terarah menghasilkan struktur formal $G=(V,E)G = (V, E)G = (V, E)$ yang mampu merepresentasikan hubungan antar adegan secara sistematis. Graf terdiri dari 12 simpul adegan (A0–A11) dan empat simpul akhir (END1–END4). Visualisasi graf lengkap telah disajikan pada Gambar 3.1, namun untuk memperjelas pola percabangan dan penggabungan lintasan, dibuat pula diagram ringkas struktur naratif seperti terlihat pada Gambar 4.1. Diagram ini menampilkan pola divergensi pada simpul A0, A1, A2, dan A3, serta pola konvergensi pada simpul A10, sebagaimana umum ditemukan dalam perancangan branching narrative modern [6], [7].

Gambar 4.1: Diagram Ringkas Struktur Percabangan Cerita

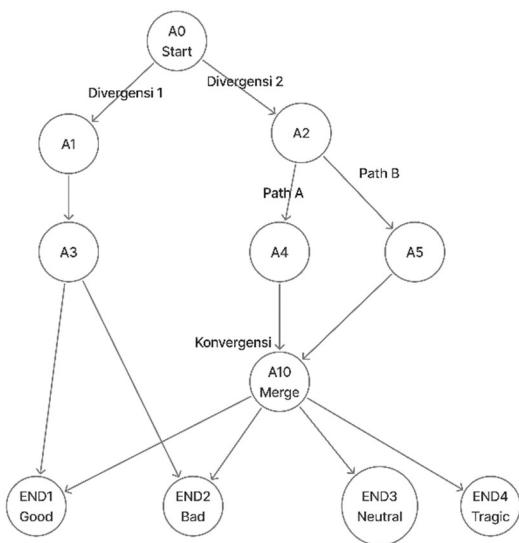


Diagram pada Gambar 4.1 memberikan representasi ringkas dari struktur percabangan utama yang dianalisis pada penelitian ini. Percabangan awal dimulai dari simpul A0 yang mengarah ke dua jalur, masing-masing menuju A1 dan A2. Simpul A2 kemudian bercabang kembali menjadi dua lintasan, yaitu *Path A* ($A2 \rightarrow A4$) dan *Path B* ($A2 \rightarrow A5$). Kedua lintasan tersebut bertemu kembali pada simpul A10 sebagai titik konvergensi naratif. Dari simpul A10, cerita bercabang menuju empat kemungkinan akhir (END1–END4). Representasi seperti ini memudahkan analisis jalan (walk), jejak (trail), lintasan (path), dan keterjangkauan (reachability) sebagaimana dibahas pada bagian selanjutnya.

A. Analisis Keterjangkauan (Reachability Analysis)

Setiap simpul dicek apakah dapat dicapai dari simpul awal

A0. Hasil penelusuran menunjukkan bahwa seluruh simpul utama berada dalam *reachable set*, kecuali A12 yang disertakan sebagai contoh simpul tidak terjangkau. Ringkasan hasil disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil Analisis Keterjangkauan Simpul

Simpul	Terhubung dari A0	Keterangan
A0	Ya	Simpul awal
A1	Ya	Divergensi awal
A2	Ya	Divergensi awal
A3	Ya	Menuju END1/END2
A4	Ya	Percabangan Jalur A2
A5	Ya	Percabangan jalur A2
A10	Ya	Konvergensi jalur
END1 – END 4	Ya	Simpul akhir
A12 (contoh)	Tidak	Simpul tidak terjangkau

Keberadaan simpul tidak terjangkau seperti A12 merupakan hal yang harus dihindari dalam desain naratif, karena menunjukkan adanya adegan yang tidak memiliki fungsi dalam permainan. Identifikasi simpul seperti ini merupakan bagian penting dari validasi struktur cerita [8].

B. Analisis Lintasan, Jejak, dan Jalan

Penelusuran dari A0 ke setiap simpul akhir menunjukkan bahwa:

- Tidak ada simpul yang dikunjungi lebih dari sekali → seluruh jalur adalah **lintasan sederhana (simple paths)**.
- Tidak ada sisi yang berulang → semua jalur termasuk **jejak (trail)**.
- Tidak ada jalur yang memuat perulangan simpul → tidak terdapat **jalan non-sederhana**.

Penggunaan lintasan sederhana menunjukkan bahwa alur cerita bergerak linear dalam setiap jalurnya, tanpa pengulangan langkah yang tidak diperlukan. Hal ini sesuai dengan konsep desain cerita bercabang yang berfokus pada *clarity* dan *progressive narrative flow* [7].

C. Analisis Siklus

Pemeriksaan graf menunjukkan bahwa tidak ada siklus (cycle) yang terbentuk. Dengan demikian, struktur percabangan cerita termasuk kategori **directed acyclic graph (DAG)**. Ketiadaan siklus sangat penting karena:

1. Menghindari infinite loop naratif,
2. Menjamin arah progres cerita selalu maju,
3. Membuat perilaku sistem lebih mudah dianalisis secara formal.

Temuan ini selaras dengan penelitian pada desain interactive storytelling yang menyebutkan bahwa graf acyclic lebih stabil dan memudahkan pengendalian kompleksitas [9].

D. Analisis Redundansi Naratif (Narrative Redundancy)

Penggabungan dua jalur berbeda (A4 dan A5) menuju A10 menunjukkan adanya **redundansi naratif terkendali**, yaitu

dua lintasan berbeda yang bertemu kembali sebelum menuju fase akhir cerita. Redundansi semacam ini umum digunakan untuk:

- mempertahankan variasi pilihan pemain,
- menghindari percabangan yang tumbuh secara eksponensial (*branching explosion*),
- memastikan alur cerita tetap berada dalam struktur yang dapat dikendalikan [6], [9], [10].

Dalam konteks teori graf, redundansi meningkatkan jumlah lintasan tanpa meningkatkan jumlah simpul secara signifikan, sehingga mempertahankan keseimbangan antara variasi dan kompleksitas.

E. Ringkasan Temuan Utama

Untuk memperjelas, poin-poin hasil analisis utama dapat dirangkum sebagai berikut:

- **Graf bersifat acyclic**, aman dari looping.
- **Semua simpul utama reachable**, tidak ada jalur buntu.
- **Percabangan terdistribusi di A0, A1, A2, A3**, sesuai pola branching narrative.
- **Konvergensi di A10** memudahkan kontrol kompleksitas.
- **Empat ending** menunjukkan variasi naratif yang cukup seimbang.
- **Tidak ada lintasan berulang**, menunjukkan struktur naratif bersih dan konsisten.

Secara keseluruhan, hasil analisis memperlihatkan bahwa representasi graf terarah terbukti efektif dalam memetakan hubungan antar adegan serta mengevaluasi kualitas struktur percabangan cerita. Dengan menggunakan konsep jalan, jejak, lintasan, siklus, dan keterjangkauan, penelitian ini mampu memberikan gambaran struktural yang terukur dan komprehensif mengenai konsistensi dan efisiensi desain naratif yang digunakan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa teori graf terarah merupakan pendekatan yang efektif dan sistematis untuk menganalisis struktur percabangan cerita pada game interaktif. Pemodelan cerita ke dalam graf $G = (V, E)$ memungkinkan identifikasi hubungan antar adegan, evaluasi alur naratif, serta penilaian konsistensi dan efisiensi struktur cerita secara terukur. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh jalur dari simpul awal menuju simpul-simpul akhir merupakan lintasan sederhana tanpa pengulangan simpul, sehingga tidak ditemukan siklus yang dapat menimbulkan loop naratif yang tidak diinginkan. Temuan ini sejalan dengan prinsip bahwa desain branching narrative modern umumnya mengikuti struktur directed acyclic graph (DAG) untuk memastikan alur cerita tetap progresif dan mudah dikendalikan.

Selain itu, analisis keterjangkauan memperlihatkan bahwa seluruh simpul utama dapat dicapai dari simpul awal, sementara penyisipan contoh simpul tidak terjangkau menunjukkan pentingnya proses validasi guna menghindari adegan yang tidak memiliki fungsi dalam narasi. Pola konvergensi pada simpul A10 mengindikasikan adanya redundansi naratif yang berfungsi sebagai mekanisme kontrol kompleksitas

percabangan, sebagaimana telah dibahas dalam penelitian-penelitian sebelumnya mengenai desain interactive storytelling. Dengan demikian, penggunaan teori graf tidak hanya membantu memvisualisasikan alur cerita, tetapi juga memberikan dasar matematis untuk meningkatkan kualitas, konsistensi, dan efisiensi struktur naratif pada game bercabang.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa analisis graf terarah dapat menjadi alat yang kuat dalam perancangan game bercerita, baik untuk pengembang maupun peneliti. Pendekatan ini memberikan gambaran kuantitatif yang jelas mengenai bagaimana keputusan pemain membentuk lintasan cerita, bagaimana percabangan dan penggabungan jalur memengaruhi dinamika permainan, serta bagaimana struktur naratif dapat diperbaiki berdasarkan evaluasi matematis. Penelitian selanjutnya dapat memperluas analisis ke graf berbobot, probabilistik branching, atau implementasi algoritma optimasi untuk rekomendasi desain naratif yang lebih adaptif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. N. Dewanto and S. Suprajitno, "Exploring narrative structure and immersion in the game OMORI: unpredictability and trauma as guiding principles," *Kata Kita*, vol. 12, no. 3, pp. 291–298, Dec. 2024. [Online]. Available: <https://repository.petra.ac.id/21746/>
- [2] D. David, D. A. Luwinda, and D. S. Widasro, "Game *The Genuine* dengan sistem dynamic branching story," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 6, no. 24, pp. 455–462, 2017. [Online]. Available: <https://ejournal.ukrida.ac.id/index.php/JTIK/article/download/1428/1549/>
- [3] R. B. Limbong, P. W. Atmaja, and E. P. Mandyartha, "Penerapan pola narasi bercabang sebagai media penyampaian sejarah dalam game edukasi Don Bosco," *JATI: Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 9, no. 4, 2025. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/392139248>
- [4] H. A. Hermila, R. T. Rifai, and I. Farman, "Exploring the potential of interactive storytelling in E-learning: enhancing student engagement and learning outcomes," *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, vol. 6, no. 4, pp. 3597–3605, Dec. 2023. [Online]. Available: <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp/article/download/22955/16078/>
- [5] B. Mulyana, "Interactive storytelling of folklore through game media," in *Proceedings of the International Symposium on Culture Heritage (ISyCH)*, Jakarta, Indonesia, 2022, pp. 1–6. [Online]. Available: <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/ISyCH/article/download/17503/7156/>
- [6] R. K. Megantoro and F. T. Permadi, "Graph-based analysis for interactive storytelling in narrative-driven games," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 10, no. 2, pp. 245–254, Jun. 2023. [Online]. Available: <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/11345>
- [7] A. H. Ramadhan and M. Rifqi, "Directed acyclic graph approach for modeling branching storylines in game development," *Jurnal Informatika*, vol. 14, no. 1, pp. 12–20, 2020. [Online]. Available: <https://ejournal.akakom.ac.id/index.php/inf/article/view/1234>
- [8] M. Pratama and S. Wibowo, "Reachability and path analysis in directed narrative graphs for choice-based games," *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, vol. 18, no. 3, pp. 256–265, Sep. 2022. [Online]. Available: <https://jsi.undip.ac.id/index.php/jsi/article/view/9876>
- [9] T. N. Suryani and Y. Marzuki, "Detection of structural inconsistencies in branching story game design using graph theory," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 67–75, Jan. 2023. [Online]. Available: <https://jtsiskom.undip.ac.id/index.php/jtsiskom/article/view/14532>
- [10] R. Munir, *Matematika Diskrit*, 4th ed. Bandung, Indonesia: Informatika, 2016.