

Pemodelan Interaksi Karakter dan Perkembangan Plot dalam Cerita Menggunakan Relasi dan Fungsi

Jessica Allen - 13523059¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

jessicaallen.lim@gmail.com, 13523059@std.stei.itb.ac.id

Abstrak— Interaksi antar karakter dan perkembangan plot merupakan dua elemen fundamental dalam narasi yang menentukan bagaimana cerita disampaikan dan diterima oleh audiens. Dalam makalah ini, dibahas pendekatan matematis menggunakan konsep relasi dan fungsi untuk memodelkan interaksi antar karakter serta menggambarkan perkembangan plot secara formal dan terukur. Relasi digunakan untuk merepresentasikan hubungan antar karakter, sementara fungsi digunakan untuk memetakan perubahan hubungan berdasarkan peristiwa dalam cerita. Melalui model ini, penulis dapat mengorganisasi alur cerita yang kompleks, mengidentifikasi konflik utama, dan menjaga koherensi narasi. Studi kasus dan implementasi sederhana menunjukkan bagaimana metode ini dapat digunakan untuk menganalisis dinamika hubungan dan perkembangan plot. Pendekatan ini menawarkan solusi sistematis yang memadukan kreativitas naratif dengan struktur analisis yang terukur.

Kata Kunci—Relasi, Fungsi, Interaksi Karakter, Perkembangan Plot.

I. PENDAHULUAN

Dunia perfilman dan literatur cerita telah mengalami perkembangan yang pesat beberapa dekade belakangan. Hal ini didorong oleh kemajuan teknologi yang mendukung kreativitas para penulis. Dalam prosesnya, alur cerita yang berkembang semakin kompleks, dan seringkali melibatkan berbagai karakter dengan hubungan yang rumit dan perubahan plot yang dinamis. Meski membuat cerita menjadi lebih menarik dan kreatif, yang merupakan impian dan tujuan setiap penulis, kompleksitas ini dapat membuat pembaca atau penonton kesulitan untuk mengikuti cerita, terutama jika interaksi antar karakter dan perkembangan plot menjadi saling terkait dan tumpang tindih.

Bagi penulis pun, tantangan untuk menjaga koherensi alur sambil mempertahankan elemen kejutan serta kedalaman karakter pun semakin besar. Kegagalan dalam menjaga koherensi alur ini sering berujung pada inkonsistensi narasi atau karakter yang membuat cerita yang tertulis terasa kurang berkembang. Hal ini kemudian menjadi penghalang bagi pembaca atau penonton untuk benar-benar terhubung dengan cerita yang telah susah payah disajikan oleh penulis. Dalam situasi seperti ini, diperlukan alat atau pendekatan yang dapat membantu penulis dalam merancang alur cerita yang lebih terstruktur serta terorganisasi, tanpa kehilangan esensi dari kreativitas penulis.

Konsep yang umum digunakan untuk merumuskan solusi yang menghubungkan sesuatu dengan yang lainnya adalah konsep relasi dan fungsi. Konsep yang berasal dari ilmu matematika ini menawarkan cara yang sistematis untuk memodelkan hubungan antar elemen dalam cerita. Misalnya, interaksi antar karakter dapat direpresentasikan sebagai relasi, sementara perkembangan plot dapat direpresentasikan sebagai sebuah fungsi yang menghubungkan berbagai peristiwa dalam cerita. Selain itu konsep relasi dan fungsi juga memiliki potensi untuk digunakan lebih luas sebagai alat analisis, yang memungkinkan eksplorasi terhadap elemen-elemen tersembunyi dalam narasi, seperti tema, motif berulang, ataupun pola interaksi karakter.

Dalam makalah ini, akan dimuat pendalaman pemahaman serta pengembangan mengenai bagaimana konsep matematis relasi dan fungsi dapat digunakan dalam merepresentasikan interaksi antar karakter secara formal dan terukur dan menggambarkan perkembangan plot dalam cerita secara logis dan terstruktur. Selain itu, konsep matematis ini juga mungkin menjadi alat bantu yang dapat mempermudah penulis dalam menciptakan alur cerita yang kompleks, tetapi tetap koheren dan dapat dipahami oleh pembaca.

II. LANDASAN TEORI

A. Relasi dalam Matematika

Relasi dan fungsi adalah konsep fundamental dalam matematika yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara dua himpunan.

Relasi adalah hubungan antara elemen-elemen dari dua himpunan yang berbeda. Secara formal, jika terdapat himpunan A dan himpunan B, maka relasi dari A ke B merupakan aturan yang mengaitkan setiap elemen di A dengan satu atau lebih elemen di B. Relasi dapat dinyatakan dalam berbagai bentuk, seperti diagram panah, himpunan pasangan berurutan, atau diagram Cartesius.

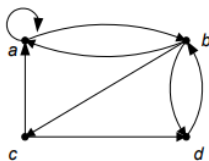
Jika terdapat dua buah himpunan A dan himpunan B, maka relasi dari A ke B adalah himpunan pasangan terurut (a, b) di mana $a \in A$ dan $b \in B$. Relasi dapat direpresentasikan dengan berbagai cara, salah satunya adalah menggunakan graf berarah (*directed graph*). Dalam graf berarah, setiap elemen himpunan direpresentasikan sebagai simpul (*node*), dan setiap pasangan terurut (a, b) direpresentasikan sebagai busur (*arrow/arc*) dari simpul a ke simpul b. Simpul a disebut sebagai simpul asal

(initial vertex) dan simpul b disebut sebagai simpul tujuan (terminal vertex). Jika terdapat sebuah pasangan terurut (a, a), maka pasangan tersebut dapat dinyatakan dengan sebuah busur dari simpul a ke simpul a sendiri. Busur seperti itu disebut sebagai sebuah gelang atau kalang (loop).

Misalkan terdapat sebuah himpunan $A = \{a, b, c, d\}$ dengan relasi $R = \{(a, b), (b, c), (c, a), (d, b)\}$. Graf berarah yang merepresentasikan relasi R tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.



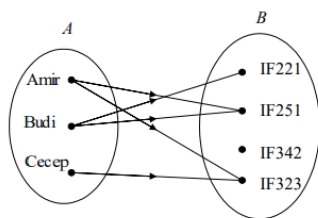
Pada graf di atas, terdapat busur dari a ke b, b ke c, c ke a, dan d ke b, sesuai dengan pasangan terurut yang terdapat pada relasi R yang telah didefinisikan sebelumnya. Contoh selanjutnya adalah jika $R = \{(a, a), (a, b), (b, a), (b, c), (b, d), (c, a), (c, d), (d, b)\}$ adalah relasi pada himpunan $\{a, b, c, d\}$. Maka, representasi R dengan graf berarah dapat ditunjukkan dengan gambar berikut.



Gambar 1 Representasi R sebagai Graf Berarah

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

Representasi relasi juga dapat dilakukan dengan menggunakan diagram panah, yang dapat dilihat pada gambar di bawah. Pada gambar, terlihat bahwa himpunan A merupakan himpunan yang berisi nama mahasiswa, yakni {Amir, Budi, Cecep}. Sedangkan, himpunan B merupakan himpunan yang berisi kode mata kuliah yang diambil oleh mahasiswa, yakni {IF1221, IF251, IF342, IF323}. Himpunan A merupakan domain dan himpunan B merupakan kodomain atau hasil pemetaan relasi.



Gambar 2 Representasi Relasi dalam Bentuk Diagram Panah

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

Representasi relasi yang sama juga dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah tabel. Dengan menggunakan himpunan yang sama seperti sebelumnya, yaitu A dan B, berikut merupakan representasi relasi antara keduanya dengan menggunakan sebuah tabel. Kolom pertama tabel menyatakan daerah asal (domain) dan kolom kedua tabel menyatakan daerah tujuan (kodomain).

A	B
Amir	IF251
Amir	IF323
Budi	IF221
Budi	IF251
Cecep	IF323

Gambar 3 Representasi Relasi dalam Bentuk Tabel

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

Selain itu, representasi relasi juga dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah matriks. Misalkan R adalah relasi dari $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ dan $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$. Relasi R tersebut dapat direpresentasikan dengan menggunakan matriks $M = [m_{ij}]$. Matriks tersebut dapat digambarkan sebagai berikut.

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} b_1 & b_2 & \dots & b_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ m_{m1} & m_{m2} & \dots & m_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Gambar 4 Representasi Relasi dalam Bentuk Matriks

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

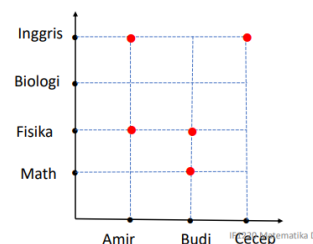
Dengan keterangan sebagai berikut.

$$m_{ij} = \begin{cases} 1, & (a_i, b_j) \in R \\ 0, & (a_i, b_j) \notin R \end{cases}$$

Gambar 5 Keterangan Representasi Relasi dalam Bentuk Matriks

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

Representasi relasi juga dapat dilakukan dengan sebuah diagram kartesian. Pada representasi ini, sumbu x menyatakan daerah asal (domain) dan sumbu y menyatakan daerah tujuan (kodomain). Elemen relasi dinyatakan sebagai sebuah noktah (titik) dalam diagram kartesian. Contohnya, jika terdapat dua himpunan $A = \{\text{Amir, Budi, Cecep}\}$ dan $B = \{\text{Math, Fisika, Biologi, Inggris}\}$, keduanya dihubungkan dengan relasi $R = \{(\text{Amir, Fisika}), (\text{Amir, Inggris}), (\text{Budi, Math}), (\text{Budi, Fisika}), (\text{Cecep, Inggris})\}$, maka relasi tersebut dapat direpresentasikan dengan diagram kartesian berikut ini.



Gambar 6 Representasi Relasi dalam Bentuk Diagram Kartesian

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

Dalam aplikasinya di kehidupan nyata, konsep matematis relasi dapat menggambarkan hubungan antarindividu, seperti

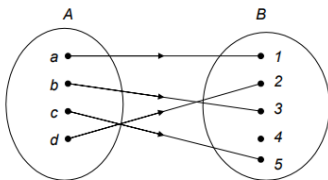
B. Fungsi dalam Matematika

Fungsi adalah suatu jenis khusus dari relasi yang mengaitkan setiap elemen di himpunan asal (domain) dengan tepat satu elemen di himpunan tujuan (kodomain). Dengan kata lain, dalam sebuah fungsi f dari A ke B (ditulis $f: A \rightarrow B$), setiap elemen $a \in A$ berpasangan dengan satu dan hanya satu elemen $b \in B$. Misalkan himpunan $A = \{1, 2, 3\}$ dan himpunan $B = \{a, b, c\}$, dengan fungsi f yang didefinisikan sebagai $f(1) = a$, $f(2) = b$, dan $f(3) = c$. Diagram panah yang merepresentasikan fungsi f dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} 1 &\rightarrow a \\ 2 &\rightarrow b \\ 3 &\rightarrow c \end{aligned}$$

Jika $f(a) = b$, maka b dinamakan bayangan (*image*) dari a dan a dinamakan pra-bayangan (*pre-image*) dari b . Himpunan yang berisi semua nilai pemetaan f disebut jelajah (*range*) dari f . Fungsi adalah sebuah relasi yang khusus, dimana setiap elemen di dalam himpunan domain harus digunakan oleh kaidah yang mendefinisikan f dan setiap elemen di himpunan domain harus dihubungkan dengan tepat satu elemen pada himpunan kodomain, sehingga jika $(a, b) \in f$ dan $(a, c) \in f$, maka $b = c$.

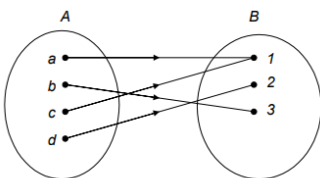
Sama halnya seperti relasi, fungsi juga memiliki beberapa sifat, yaitu injektif, surjektif, dan bijektif. Sebuah fungsi f dikatakan satu-ke-satu atau injektif jika tidak ada dua elemen himpunan A yang memiliki bayangan yang sama.



Gambar 11 Representasi Fungsi Injektif

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

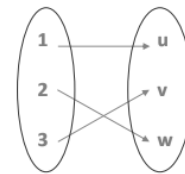
Sebuah fungsi f dikatakan bersifat surjektif jika setiap elemen pada himpunan hasilnya merupakan bayangan dari satu atau lebih elemen pada himpunan asal. Dengan kata lain, seluruh elemen B memiliki pasangan pada himpunan asal dan merupakan jelajah dari fungsi f .



Gambar 12 Representasi Fungsi Surjektif

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

Terakhir, sebuah fungsi dikatakan berkoresponden satu-ke-satu atau bijektif jika ia merupakan fungsi injektif dan juga surjektif sekaligus. Fungsi seperti ini dapat direpresentasikan dengan gambar berikut.



Gambar 13 Representasi Fungsi Bijektif

(Sumber: [https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-\(2024\).pdf](https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/05-Relasi-dan-Fungsi-Bagian1-(2024).pdf))

Selain itu, jika sebuah fungsi f memenuhi sifat bijektif, maka dapat ditentukan balikan atau invers dari f . Balikan ini dilambangkan dengan f^{-1} . Misalkan a adalah anggota himpunan A dan b adalah anggota himpunan B , maka $f^{-1}(b) = a$ jika $f(a) = b$. Dengan kata lain, fungsi bijektif merupakan fungsi yang *invertible* atau dapat dibalikkan dan sebaliknya fungsi yang bukan bijektif merupakan fungsi yang *not invertible* atau tidak dapat dibalikkan.

Dalam konteks pemodelan interaksi karakter dalam sebuah cerita atau narasi, fungsi dapat digunakan untuk merepresentasikan perubahan status hubungan berdasarkan peristiwa tertentu. Misalnya, jika karakter A awalnya tidak memiliki hubungan dengan karakter B , kemudian setelah suatu peristiwa, keduanya menjadi teman, maka perubahan ini dapat dimodelkan sebagai sebuah fungsi yang memetakan status hubungan dari “tidak ada” menjadi “teman”.

C. Teori Graf

Teori graf merupakan cabang matematika yang mempelajari struktur yang terdiri dari simpul (nodes atau vertices) dan sisi (edges) yang menghubungkan pasangan simpul. Graf digunakan untuk merepresentasikan dan menganalisis berbagai sistem yang kompleks, seperti jaringan komputer, hubungan sosial, hingga ke struktur molekul dalam bidang kimia.

Sebuah graf G dapat didefinisikan sebagai sebuah pasangan himpunan (V, E) dengan V merupakan himpunan yang tidak kosong dari simpul-simpul dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan pasangan simpul dalam V .

Setiap sisi pada sebuah graf dapat berupa sisi yang berarah (directed) atau tidak berarah (undirected), tergantung pada jenis graf yang digunakan. Misalkan terdapat himpunan simpul $V = \{A, B, C, D\}$ dan himpunan sisi $E = \{(A, B), (B, C), (C, D), (D, A)\}$. Graf ini dapat direpresentasikan secara visual sebagai berikut.



Teori matematis graf memiliki berbagai aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam analisis jaringan sosial, graf digunakan untuk merepresentasikan individu sebagai simpul dan hubungan pertemanan ataupun interaksi sebagai sisi. Analisis graf dapat memberikan penjelasan bagi sebuah komunitas, pengaruh sosial, serta pola interaksi dalam jaringan tersebut.

Selain itu, dalam konteks representasi hubungan antar karakter dalam sebuah narasi cerita, graf dapat digunakan untuk memodelkan interaksi antar karakter, di mana simpul

merepresentasikan karakter dan sisi merepresentasikan hubungan atau interaksi di antara karakter-karakter tersebut.

Sisi-sisi yang terdapat dalam graf pun dapat diberikan bobot atau nilai untuk merepresentasikan intensitas ataupun kekuatan hubungan. Misalnya, dalam konteks jaringan sosial, bobot positif dapat menunjukkan hubungan pertemanan yang kuat, sedangkan bobot negatif dapat menunjukkan permusuhan ataupun konflik.

Terdapat beberapa algoritma penting yang dapat digunakan dalam eksplorasi dan analisis graf, yang meliputi *Breadth-First Search* (BFS) dan *Depth-First Search* (DFS). BFS merupakan algoritma yang mengeksplorasi graf secara level per level. Pencarian ini dimulai dari simpul awal dan menjelajahi semua simpul tetangga sebelum beralih ke level selanjutnya. BFS ini biasanya digunakan untuk menemukan jalur terpendek dalam sebuah graf tak berarah yang tidak berbobot.

Sedangkan, *Depth-First Search* (DFS) merupakan algoritma yang mengeksplorasi graf dengan menjelajahi sejauh mungkin sepanjang setiap cabang sebelum kembali lagi ke level awal. DFS ini biasanya berguna untuk menemukan komponen yang terhubung dan mendeteksi sebuah siklus dalam graf yang dieksplorasi.

D. Struktur Cerita dan Perkembangan Plot

Struktur cerita dan perkembangan plot merupakan elemen fundamental dalam narasi yang menentukan bagaimana sebuah cerita disampaikan kepada audiens.

1. Elemen Dasar Narasi

a) Struktur Plot Cerita

Struktur plot sering digambarkan dengan menggunakan model Piramida Freytag, yang membagi sebuah narasi ke dalam lima tahap utama, yang meliputi eksposisi, aksi meningkat, klimaks, aksi menurun, hingga resolusi.

Eksposisi (*exposition*) merupakan tahap awal pada cerita, di mana karakter, latar, dan situasi diperkenalkan. Eksposisi bertujuan untuk memberikan konteks bagi audiens sebelum konflik dimulai. Contohnya adalah pada cerita romansa klasik Romeo dan Juliet, eksposisinya adalah bagian diperkenalkannya keluarga Montague dan Capulet, serta latarnya, yaitu Verona.

Setelah eksposisi, tahap selanjutnya adalah aksi meningkat (*rising action*) yang merupakan rangkaian peristiwa yang meningkatkan ketegangan dan membangun konflik utama. Biasanya, karakter utama menghadapi tantangan yang memperumit cerita. Contohnya adalah ketika Romeo dan Juliet saling jatuh cinta, padahal keluarga mereka bermusuhan satu sama lainnya.

Tahap selanjutnya adalah klimaks (*climax*), yang merupakan titik balik di cerita, ketika konflik mencapai puncaknya dan keputusan penting harus dibuat oleh karakter utama. Klimaks ini seringkali menentukan arah cerita menuju resolusi. Contohnya pada kisah Romeo dan Juliet adalah ketika kematian Tybalt yang merupakan titik balik yang

memperburuk konflik.

Aksi selanjutnya adalah aksi menurun (*falling action*) yang merupakan peristiwa yang mengikuti klimaks. Aksi ini mengarahkan cerita untuk menuju pada resolusi. Pada tahap ini, biasanya akibat atau konsekuensi dari klimaks terlihat. Contoh pada kisah Romeo dan Juliet adalah ketika mereka merencanakan untuk tetap bersama, meskipun konflik semakin dalam.

Terakhir, adalah tahap resolusi (*denouement*), yang merupakan tahap akhir ketika konflik telah diselesaikan. Pada tahap ini, cerita atau narasi mencapai akhir yang baru, baik itu bahagia, tragis, ataupun terbuka. Contohnya pada cerita Romeo dan Juliet, adalah ketika Romeo dan Juliet berakhir tragis dengan kematian mereka.

b) Peran Interaksi Antar Karakter

Interaksi antar karakter dapat dikatakan sebagai inti dari pengembangan konflik dan resolusi dalam sebuah cerita. Beberapa peran penting dari karakter dalam sebuah narasi adalah sebagai pemicu konflik, penggerak plot, dan sebagai pendukung resolusi.

Interaksi antar karakter dapat memunculkan konflik internal maupun eksternal. Konflik internal adalah ketika konflik muncul dari dalam karakter itu sendiri, ketika karakter merasa resah dengan kerisauan batinnya sendiri. Sedangkan, konflik eksternal adalah konflik yang dialami antar karakter ataupun antara karakter dengan lingkungan.

Hubungan antar karakter juga sering menjadi alasan utama sebuah peristiwa dapat terjadi dalam cerita atau narasi. Peristiwa yang dimaksud merupakan peristiwa yang terjadi antar karakter, seperti aliansi, pengkhianatan, ataupun romansa. Peristiwa-peristiwa inilah yang menjadi penggerak plot dari narasi.

Dalam banyak cerita, penyelesaian konflik melibatkan perubahan hubungan antar karakter. Perubahan hubungan ini meliputi peristiwa-peristiwa yang terjadi antar karakter, seperti rekonsiliasi, pengorbanan, ataupun transformasi pribadi. Peristiwa-peristiwa inilah yang menjadi pendukung dari resolusi dalam sebuah narasi.

2. Timeline Perkembangan Plot

a) Pengaruh Peristiwa terhadap Hubungan Antar Karakter

Setiap peristiwa dalam sebuah narasi memiliki dampak langsung maupun tidak langsung terhadap hubungan antar karakter. Dampak ini kemudian akan menciptakan dinamika cerita. Contohnya adalah ketika terdapat sebuah perubahan relasi antar karakter. Ketika karakter A membantu karakter B, hubungan mereka dapat berkembang dari netral menjadi positif. Kemudian, contoh selanjutnya adalah ketika terdapat penekanan konflik, seperti sebuah peristiwa yang melibatkan pengkhianatan

dapat mengubah sebuah hubungan antar karakter dari positif menjadi negatif.

b) Representasi Waktu dalam Plot sebagai Fungsi Hubungan Sebab-Akibat

Plot dapat direpresentasikan sebagai serangkaian peristiwa yang mengikuti hubungan sebab-akibat, seperti model fungsi waktu dan visualisasi timeline.

Pada model fungsi waktu, jika waktu merupakan variabel yang independen, maka hubungan antara peristiwa dapat direpresentasikan sebagai fungsi.

$$f(t) = \text{Peristiwa pada waktu } t$$

Penerapan:

$$f(1) = \text{Karakter A bertemu B}$$

$$f(2) = \text{Karakter A dan B bekerja sama}$$

$$f(3) = \text{Karakter A dan B berteman dekat}$$

Selain model fungsi waktu, kita juga dapat merepresentasikan waktu dalam plot sebagai sebuah timeline. Visualisasi timeline dapat memetakan peristiwa penting dalam urutan kronologis atau tematik, yang membantu memahami bagaimana hubungan antar karakter berkembang seiring berjalannya waktu.

E. Dinamika Interaksi Karakter

Dinamika interaksi karakter dalam sebuah cerita memainkan peran yang penting dalam membentuk alur dan memberikan kedalaman pada narasi. Interaksi antar karakter dalam cerita tidaklah statis, hubungan antar karakter dapat berkembang maupun berubah seiring dengan peristiwa-peristiwa yang terjadi. Perubahan ini sering dipengaruhi oleh situasi tertentu, seperti kerja sama dalam menghadapi konflik ataupun persaingan dalam mencapai suatu tujuan yang sama. Misalnya, dua karakter yang awalnya bersaing dapat menjadi sekutu setelah menghadapi tantangan bersama, menunjukkan bahwa hubungan mereka bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh konteks cerita.

Hubungan antar karakter dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan sifat interaksi antar karakter. Kategori pertama adalah hubungan yang positif, yang ditandai dengan adanya kerja sama, persahabatan, ataupun cinta antara karakter. Karakter-karakter yang terlibat dalam hubungan positif ini cenderung saling mendukung dan membantu mencapai tujuan bersama.

Hubungan kelompok kedua adalah hubungan yang negatif, yaitu hubungan antar karakter yang ditandai dengan adanya konflik, permusuhan, ataupun kebencian. Karakter-karakter yang terlibat dalam hubungan negatif ini mungkin saling menghalangi atau berusaha menjatuhkan satu sama lain.

Hubungan jenis terakhir adalah sebuah hubungan antar karakter yang netral. Hubungan ini tidak memiliki kecenderungan positif ataupun negatif yang kuat. Karakter-karakter yang terlibat dalam sebuah hubungan netral mungkin berinteraksi secara formal maupun profesional tanpa keterlibatan emosional yang mendalam antara satu sama lain.

Dalam konteks teori graf, karakter dapat direpresentasikan

sebagai simpul-simpul dan hubungan antara karakter-karakter tersebut dapat direpresentasikan sebagai sisi-sisi. Intensitas atau kekuatan hubungan tersebut dapat direpresentasikan dengan memberikan bobot pada sisi. Bobot positif dapat menunjukkan hubungan yang positif dan harmonis, sedangkan bobot negatif dapat menunjukkan hubungan yang negatif, seperti konflik atau permusuhan.

F. Logika dan Representasi Formal

Logika dan representasi formal merupakan alat yang penting dalam perkembangan plot dalam sebuah cerita atau narasi.

Logika relasi adalah cabang logika formal yang berfokus pada hubungan antara objek-objek dalam suatu domain. Dalam konteks narasi, objek-objek ini dapat berupa karakter, peristiwa, ataupun entitas lain yang saling terhubung melalui hubungan tertentu. Logika relasi memungkinkan kita untuk memodelkan interaksi antar karakter dalam bentuk pernyataan logis yang menggambarkan hubungan dan perubahan hubungan tersebut. Misalnya, jika karakter A membantu karakter B, kita dapat merepresentasikan aksi ini sebagai relasi yang meningkatkan kedekatan di antara A dan B. Pernyataan logis seperti "Jika A membantu B, maka kedekatan A dan B meningkat".

Contoh aplikasi dari logika relasi adalah dalam hubungan antar karakter, kita dapat merepresentasikan hubungan "teman" antara dua karakter A dan B, yaitu $\text{Teman}(A,B)$ yang berarti "A dan B adalah teman". Sedangkan kita juga dapat memodelkan pernyataan kondisional seperti kalimat tadi, "Jika A membantu B, maka hubungan "teman" antara keduanya meningkat", yang dapat dinotasikan dengan $\text{Membantu}(A,B) \rightarrow \text{Tingkat_Hubungan}(A,B)$ meningkat. Selain itu, relasi juga dapat bersifat dinamis, berubah seiring berjalannya waktu atau tergantung pada peristiwa tertentu. Contohnya adalah notasi $\forall A,B (\text{Konflik}(A,B) \rightarrow \text{Tingkat_Hubungan}(A,B) \text{ berkurang.})$, yang berarti bahwa jika terdapat konflik di antara A dan B, maka tingkat hubungan mereka akan menurun.

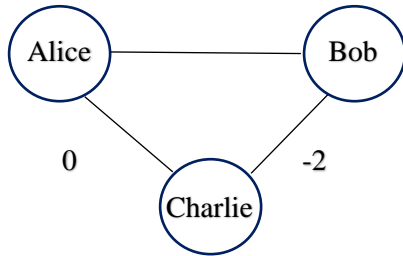
Logika relasi dapat memberikan struktur yang formal untuk memodelkan hubungan kompleks antar elemen cerita. Logika relasi juga dapat memungkinkan prediksi dampak dari suatu peristiwa terhadap hubungan antar karakter.

Representasi formal merupakan cara untuk menggambarkan elemen-elemen cerita (karakter, hubungan, atau peristiwa) dalam bentuk matematis atau simbolis, seperti graf, matriks, atau sistem persamaan. Representasi seperti ini akan memungkinkan analisis yang lebih terukur dan sistematis.

Graf merupakan salah satu struktur yang paling umum digunakan untuk merepresentasikan interaksi antar karakter. Elemen-elemen graf meliputi simpul yang dapat menjadi representasi karakter dalam sebuah cerita, kemudian sisi yang dapat menjadi representasi hubungan atau interaksi antar karakter, dan bobot yang dapat menjadi representasi intensitas atau kekuatan suatu hubungan, seperti nilai positif untuk hubungan baik dan negatif untuk hubungan yang berkonflik.

Sebagai contoh, misalnya terdapat tiga karakter, yaitu Alice, Bob, dan Charlie. Hubungan Alice dan Bob adalah teman dekat (dengan bobot +3), kemudian Bob dan Charlie saling bermusuhan (dengan bobot -2), dan Alice dan Charlie memiliki hubungan yang netral (dengan bobot 0). Maka, graf hubungan antar ketiganya dapat direpresentasikan secara formal sebagai

berikut.



Gambar 14 Representasi Formal Hubungan Alice, Bob, Charlie (Sumber:arsip penulis)

Dalam representasi matriks, hubungan antar ketiganya dapat direpresentasikan sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 3 & 0 & -2 \\ 0 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

Pada matriks, setiap elemen a_{ij} menunjukkan bobot hubungan antara karakter i dengan karakter j .

Perkembangan plot juga dapat dipandang sebagai sistem yang dinamis. Setiap peristiwa dalam cerita dapat dipandang sebagai fungsi waktu (t) yang memengaruhi hubungan antar karakter. Contohnya adalah Hubungan(A,B,t) = Hubungan(A,B,t-1) + ΔH , dengan ΔH merupakan perubahan hubungan akibat suatu peristiwa.

Visualisasi representasi formal dengan menggunakan graf akan menunjukkan struktur hubungan antar karakter. Sedangkan, visualisasi representasi formal dengan menggunakan timeline akan memetakan peristiwa beserta dampaknya terhadap hubungan antar karakter.

III. IMPLEMENTASI

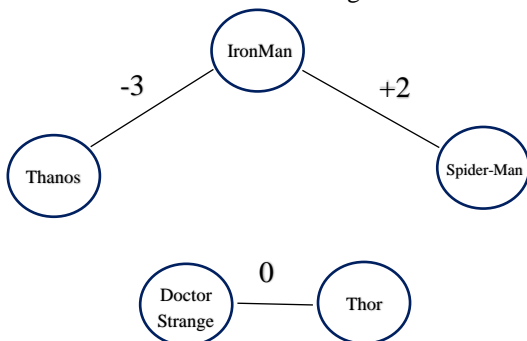
A. Studi Kasus

Pada bagian ini akan dilakukan implementasi sederhana penggunaan relasi dan fungsi dalam mengkaji film Avengers: Infinity War.

1. Definisi karakter dan hubungan awal
 - Karakter utama (simpul): Iron Man, Thor, Doctor Strange, Spider-Man, Thanos
 - Hubungan awal (sisi):
 - Iron Man ↔ Spider Man : Mentor (+2)
 - Thor ↔ Doctor Strange: Rekan Netral (0)
 - Thanos ↔ Iron Man: Musuh Utama (-3)

2. Representasi Awal

Graf awal yang dapat merepresentasikan hubungan antara 5 karakter tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 15 Representasi Awal Avengers (Sumber:arsip penulis)

Dalam matriks, dapat direpresentasikan sebagai berikut

$$\begin{bmatrix} 0 & +2 & -3 & 0 & 0 \\ +2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Dengan berurut Iron Man, Spider-Man, Thanos, Doctor Strange, kemudian Thor.

3. Perkembangan Relasi Berdasarkan Peristiwa
 - Thanos menyerang Thor, relasi Thor ↔ Thanos menjadi -2.
 - Iron Man dan Doctor Strange bekerja sama ke luar angkasa melawan Thanos, relasi Iron Man ↔ Doctor Strange meningkat menjadi +1.
 - Thanos membuat Doctor Strange menyerahkan infinity stone, relasi Doctor Strange ↔ Thanos menjadi -3.

Setelah perkembangan relasi, matriks representasi relasi menjadi sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 0 & +2 & -3 & +1 & 0 \\ +2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3 & 0 & 0 & -3 & 0 \\ +1 & 0 & -3 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & -2 & 0 \end{bmatrix}$$

4. Analisis

Dari hasil implementasi sederhana relasi interaksi karakter dan perkembangan plot di atas, dapat dilihat bahwa yang memiliki hubungan signifikan dengan kebanyakan karakter lainnya adalah Iron Man, yang memiliki hubungan dengan Spider-Man, Doctor Strange, dan Thanos. Oleh karena itu, Iron Man dapat dikatakan sebagai karakter sentral dalam narasi film karena memiliki keterkaitan dengan berbagai karakter.

Selain itu, dari hasil di atas, dapat juga diketahui pada hubungan mana konflik utama berada. Pada kasus di atas, konflik utama terjadi antara hubungan Thanos dengan Iron Man dan Doctor Strange dengan Thanos, ditunjukkan dengan bobotnya yang terendah, yaitu sebesar -3.

B. Implementasi Program Sederhana

1. Program Relasi

Program sederhana dengan bahasa Python ini menunjukkan progres relasi yang terjadi antar karakter, dengan memanfaatkan relasi dan fungsi dalam pemrogramannya. Untuk menerapkan program ini, akan digunakan beberapa pustaka dari bahasa pemrograman Python, yaitu networkx dan juga matplotlib.

```
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
```

Gambar 16 Pustaka Program Relasi (Sumber:arsip penulis)

Kemudian, didefinisikan graf interaksi antar karakter, yang terdiri atas simpul-simpul yang merepresentasikan karakter, serta sisi-sisi antara karakter tersebut yang merepresentasikan hubungan antar karakter. Pada sisi-sisi tersebut juga akan didefinisikan bobot-bobot agar dapat menggambarkan hubungan antar karakter dengan lebih jelas, dengan hubungan yang baik dibuat sebagai bobot positif, sedangkan hubungan yang negatif didefinisikan sebagai bobot negatif.

```
# Membuat graf interaksi karakter
def create_character_graph():
    G = nx.Graph()

    # Menambahkan simpul (nodes) untuk setiap karakter
    G.add_node("Iron Man")
    G.add_node("Spider-Man")
    G.add_node("Doctor Strange")
    G.add_node("Thor")
    G.add_node("Thanos")

    # Menambahkan sisi (edges) dengan bobot untuk hubungan antar karakter
    G.add_edge("Iron Man", "Spider-Man", weight=2, relationship="Mentor")
    G.add_edge("Iron Man", "Doctor Strange", weight=0, relationship="Neutral")
    G.add_edge("Doctor Strange", "Thor", weight=0, relationship="Neutral")
    G.add_edge("Iron Man", "Thanos", weight=-3, relationship="Enemy")
    G.add_edge("Thor", "Thanos", weight=0, relationship="Neutral")

    return G
```

Gambar 17 Potongan Program Relasi (1) (Sumber:arsip penulis)

Setelah itu, didefinisikan fungsi untuk menampilkan graf, yaitu sebagai berikut.

```
# Menampilkan graf
def display_graph(G):
    pos = nx.spring_layout(G)
    edges = G.edges(data=True)

    edge_colors = ["green" if data["weight"] > 0 else "red" if data["weight"] < 0 else "gray" for _, data in edges]
    nx.draw(G, pos, with_labels=True, node_color="lightblue", edge_color=edge_colors, font_weight="bold")
    edge_labels = nx.get_edge_attributes(G, "weight")
    nx.draw_networkx_edge_labels(G, pos, edge_labels=edge_labels)
    plt.show()
```

Gambar 18 Potongan Program Relasi (2) (Sumber:arsip penulis)

Lalu, didefinisikan juga fungsi yang akan digunakan untuk mengubah atau memperbarui hubungan antar karakter nantinya, seiring terjadinya peristiwa-peristiwa pada narasi.

```
# Mengubah hubungan berdasarkan peristiwa
def update_relationship(G, char1, char2, change):
    if G.has_edge(char1, char2):
        G[char1][char2]['weight'] += change
    else:
        G.add_edge(char1, char2, weight=change)
```

Gambar 19 Potongan Program Relasi (3) (Sumber:arsip penulis)

Selanjutnya, didefinisikan program utama yang akan memanggil semua fungsi yang telah didefinisikan sebelumnya, dan menggunakannya sesuai yang diperlukan. Berikut adalah contoh program utama yang ingin saya jalankan.

```
# Program utama
if __name__ == "__main__":
    # Membuat graf karakter
    G = create_character_graph()

    # Menampilkan graf awal
    print("Graf awal:")
    display_graph(G)

    # Peristiwa 1: Thor menyerang Thanos
    print("Peristiwa 1: Thor menyerang Thanos")
    update_relationship(G, "Thor", "Thanos", -2)
    display_graph(G)

    # Peristiwa 2: Iron Man dan Doctor Strange bekerja sama
    print("Peristiwa 2: Iron Man dan Doctor Strange bekerja sama")
    update_relationship(G, "Iron Man", "Doctor Strange", 1)
    display_graph(G)

    # Peristiwa 3: Thanos mengalahkan Doctor Strange
    print("Peristiwa 3: Thanos mengalahkan Doctor Strange")
    update_relationship(G, "Doctor Strange", "Thanos", -3)
    display_graph(G)
```

Gambar 20 Potongan Program Relasi (4) (Sumber:arsip penulis)

2. Program Timeline

Program implementasi sederhana dengan bahasa pemrograman Python ini memanfaatkan beberapa pustaka dari bahasa Python untuk mendefinisikan timeline terjadinya peristiwa, yaitu networkx dan juga matplotlib.

```
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
```

Gambar 21 Pustaka Program Timeline (Sumber:arsip penulis)

Fungsi pertama yang didefinisikan adalah fungsi create_timeline yang mendefinisikan peristiwa-peristiwa yang terjadi pada narasi.

```
def create_timeline():
    events = [
        ["Time": 1, "event": "Thor menyerang Thanos", "update": ("Thor", "Thanos", -2)],
        ["Time": 2, "event": "Iron Man dan Doctor Strange bekerja sama", "update": ("Iron Man", "Doctor Strange", +1)],
        ["Time": 3, "event": "Thanos mengalahkan Doctor Strange", "update": ("Doctor Strange", "Thanos", -3)],
    ]
    return events
```

Gambar 22 Potongan Program Timeline (1) (Sumber:arsip penulis)

Setelah itu, didefinisikan pula fungsi untuk membuat graf hubungan antar karakter.

```
def create_character_graph():
    G = nx.Graph()
    G.add_node("Iron Man")
    G.add_node("Spider-Man")
    G.add_node("Doctor Strange")
    G.add_node("Thor")
    G.add_node("Thanos")

    G.add_edge("Iron Man", "Spider-Man", weight=2)
    G.add_edge("Iron Man", "Doctor Strange", weight=0)
    G.add_edge("Doctor Strange", "Thor", weight=0)
    G.add_edge("Iron Man", "Thanos", weight=-3)
    G.add_edge("Thor", "Thanos", weight=0)

    return G
```

Gambar 23 Potongan Program Timeline (2) (Sumber:arsip penulis)

Lalu, program dilanjutkan dengan pembuatan fungsi untuk menampilkan graf interaksi antar karakter dan

timeline, yaitu sebagai berikut.

```
def display_combined_visualization(events, G):
    pos = nx.spring_layout(G, seed=42)
    times = [event["time"] for event in events]
    descriptions = [event["desc"] for event in events]

    for i, event in enumerate(events):
        (char1, char2, change) = event["update"]
        if G.has_edge(char1, char2):
            G[char1][char2]["weight"] += change
        else:
            G.add_edge(char1, char2, weight=change)

    fig, axes = plt.subplots(1, 2, figsize=(14, 6))

    # Graf
    ax1 = axes[0]
    edges = G.edges(data=True)
    edge_colors = [{"weight": data["weight"]} * 0 else "red" if data["weight"] < 0 else "gray" for _, _, data in edges]
    nx.draw(G, pos, with_labels=True, node_color="lightblue", edge_color=edge_colors, font_weight="bold", ax=ax1)
    edge_labels = nx.get_edge_attributes(G, "weight")
    nx.draw_networkx_edge_labels(G, pos, edge_label=edge_labels, ax=ax1)
    ax1.set_title("Graf Setelah event '" + event["event"] + "'")

    # Timeline
    ax2 = axes[1]
    ax2.plot(times, [i+1] * len(times), marker="x", markersize=10, label="Peristiwa")
    for i, (time, desc) in enumerate(zip(times, descriptions)):
        ax2.text(time, i+1, desc, fontweight="bold", fontstyle="italic", fontfamily="serif", va="bottom", wrap=True)
    ax2.set_yticks([i+1 for i in range(len(times))])
    ax2.set_yticklabels([str(i+1) for i in range(len(times))])
    ax2.set_xlabel("waktu (t)")
    ax2.set_title("Timeline Peristiwa")
    ax2.grid(axis="x", linestyle="-", alpha=0.7)

    plt.tight_layout()
    plt.show(block=True)
```

Gambar 24 Potongan Program Timeline (3)
(Sumber:arsip penulis)

Terakhir, dipanggil fungsi-fungsi tersebut dalam program utama.

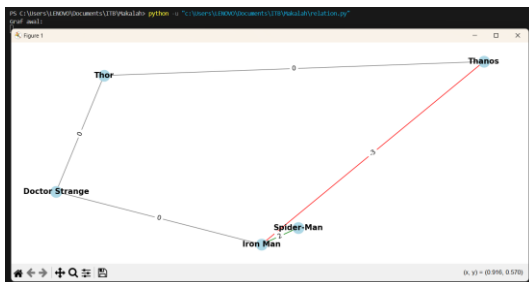
```
# Program utama
if __name__ == "__main__":
    G = create_character_graph()
    events = create_timeline()
    display_combined_visualization(events, G)
```

Gambar 25 Potongan Program Timeline (4)
(Sumber:arsip penulis)

IV. PERCOBAAN

A. Hasil Implementasi Program Relasi

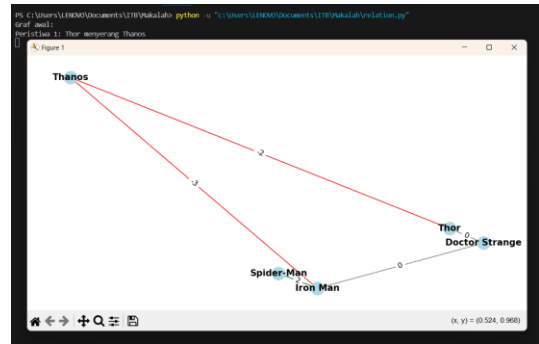
Berikut adalah hasil dari program relasi. Terdefinisi 5 karakter awal, yaitu Iron Man, Spider-Man, Doctor Strange, Thor, dan Thanos. Hubungan awal antara karakter-karakter ini adalah Iron Man dan Spider-Man berhubungan sebagai Mentor dengan bobot hubungannya adalah sebesar 2. Kemudian, Iron Man dan Doctor Strange memiliki bobot hubungan 0, Doctor Strange dan Thor memiliki bobot hubungan 0, Iron Man dan Thanos memiliki bobot hubungan -3 karena bermusuhan, dan Thor dengan Thanos memiliki bobot hubungan 0. Gambar di bawah ini menunjukkan hasil graf hubungan awal antar karakter.



Gambar 26 Potongan Hasil Program Relasi (1)
(Sumber:arsip penulis)

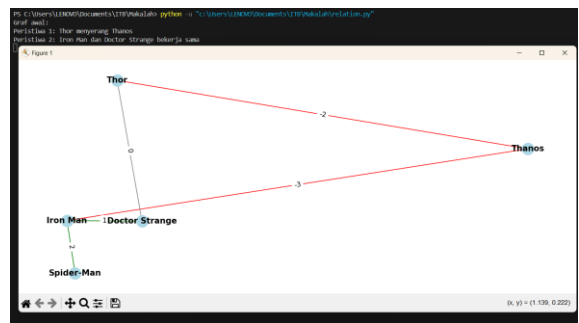
Setelah itu, peristiwa pertama terjadi, yaitu Thor menyerang Thanos, yang mengubah hubungan mereka dari 0 menjadi -2.

Penerapan perubahan hubungan ini menggunakan fungsi update-relationship yang telah didefinisikan.



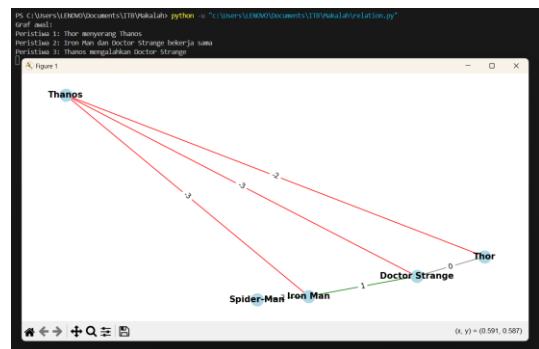
Gambar 27 Potongan Hasil Program Relasi (2)
(Sumber:arsip penulis)

Setelahnya, terjadilah peristiwa kedua, yaitu Iron Man dan Doctor Strange bekerja sama, yang mengubah relasi mereka menjadi berbobot 1.



Gambar 28 Potongan Hasil Program Relasi (3)
(Sumber:arsip penulis)

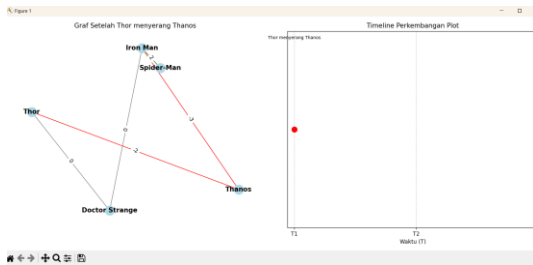
Kemudian, terjadi peristiwa terakhir, yaitu Thanos mengalahkan Doctor Strange, yang mengubah bobot hubungan mereka menjadi -3.



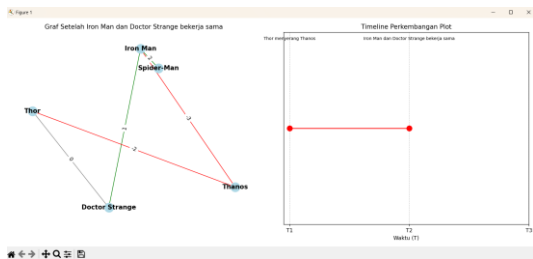
Gambar 29 Potongan Hasil Program Relasi (4)
(Sumber:arsip penulis)

B. Hasil Implementasi Program Timeline

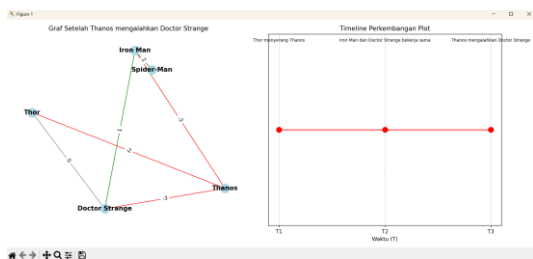
Program Timeline dijalankan dengan kasus yang sama dengan pengujian program relasi, dari relasi awal hingga peristiwa-peristiwa yang terjadi, serta perubahan bobot relasi. Berikut merupakan hasil dari program timeline.



Gambar 30 Potongan Hasil Program Timeline (1)
(Sumber:arsip penulis)



Gambar 31 Potongan Hasil Program Timeline (2)
(Sumber:arsip penulis)



Gambar 32 Potongan Hasil Program Timeline (3)
(Sumber:arsip penulis)

V. KESIMPULAN

Makalah ini membahas penerapan konsep relasi dan fungsi dalam pemodelan interaksi karakter dan perkembangan plot cerita. Pendekatan ini memberikan kerangka kerja yang dapat membantu penulis maupun pembaca/penonton dalam memahami dan mengelola dinamika hubungan antar karakter serta alur narasi. Melalui representasi graf dan timeline, hubungan antar karakter dapat dianalisis secara visual, sementara fungsi memberikan panduan logis terhadap perubahan yang terjadi akibat peristiwa tertentu. Implementasi sederhana yang terdapat pada makalah ini juga menunjukkan bahwa konsep ini tidak hanya relevan dalam analisis naratif, tetapi juga dapat diterapkan dalam pengembangan cerita yang lebih terstruktur. Pendekatan ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung narasi interaktif atau adaptif yang memerlukan kompleksitas hubungan yang tinggi.

VI. APRESIASI

Penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar besarnya kepada seluruh dosen IF1220 Matematika Diskrit, khususnya kepada Dr. Ir. Rinaldi, M.T sebagai dosen pengajar Kelas 1

IF1220, atas dukungan dan kesabarannya dalam mengajar mahasiswa/i. Melalui makalah ini, saya belajar lebih dalam mengenai penerapan Relasi dan Fungsi dalam kaitannya dengan bidang yang saya minati. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih sekali lagi kepada Dr. Ir. Rinaldi, M.T, yang telah menyediakan wadah pembelajaran bagi para mahasiswa/i Teknik Informatika melalui websitenya. Website tersebut telah membantu beribu mahasiswa dalam memahami mata kuliah yang ada di ITB, tidak luput juga membantu mereka dalam berkarya.

REFERENSI

- [1] R. Munir, "Matematika Diskrit - ITB, 2024-2025," Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung. [Online]. Available: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2024-2025/matdis24-25.htm>. Diakses pada Januari 6, 2025.
- [2] Ruangguru, "Apa itu Relasi dan Fungsi dalam Matematika?" Ruangguru Blog, 2024. [Online]. Available: <https://www.ruangguru.com/blog/apa-itu-relasi-dan-fungsi>. Diakses pada Januari 6, 2025.
- [3] Writers.com, "Freytag's Pyramid: The Structure of Dramatic Stories". [Online]. Available: <https://writers.com/freytags-pyramid>. Diakses pada Januari 7, 2025.
- [4] Etheses UIN Malang, "Analisis Hubungan dan Konflik dalam Cerita: Pendekatan Teori Graf," [Online]. Available: <https://etheses.uin-malang.ac.id/52584/1/16610084.pdf>. Diakses pada Januari 7, 2025.
- [5] Stanford University, "Graph Theory and Applications in Dynamic Systems," [Online]. Available: <https://cs.stanford.edu/people/research/graphs>. Diakses pada Januari 7, 2025.
- [6] Jurnal Ekspresi, "Analisis Fungsi Karakter dalam Film 'Eternals' dengan Teori Fungsi Narasi Vladimir Propp," Institut Seni Indonesia. [Online]. Available: <https://journal.isi.ac.id/index.php/ekspresi/article/download/8726/3016>. Diakses pada Januari 7, 2025.
- [7] Universitas Diponegoro, "Dampak Interaksi Sosial terhadap Karakter Tokoh Utama dalam Novel," Eprints UNDIP. [Online]. Available: https://eprints.undip.ac.id/83931/1/Jurnal_Skripsi_Gusti_Kania_P.pdf. Diakses pada Januari 7, 2025.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 7 Desember 2024

Jessica Allen