

Penerapan Graf Dalam Komputasi Luas Wilayah Pada *Territory Scoring* Permainan Go

Muhammad Rizky Sya'ban - 13521119¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

¹13521119@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Permainan Go adalah permainan yang bertujuan untuk menguasai wilayah sebanyak-banyaknya menggunakan batu berwarna hitam dan putih. Permainan ini sudah ada sejak ribuan tahun sebelum masehi dan menjadi salah satu permainan yang menggunakan papan tersulit di dunia. Ini menjadikan permainan ini menarik untuk dimainkan dan didigitalisasi untuk dapat dimainkan melalui perangkat elektronik. Namun, dalam implementasinya dibutuhkan komputasi untuk menghitung wilayah yang berhasil dikuasai oleh kedua pemain. Pemodelan papan Go dalam bentuk graf dapat membantu untuk merumuskan algoritma untuk mencari luas wilayah dalam permainan Go.

Kata Kunci—Permainan Go, *Game of Go*, *Territory scoring*, Graf dalam Go.

I. PENDAHULUAN

Go adalah salah satu *board game* atau permainan yang menggunakan papan tertua di dunia saat ini. Permainan Go diperkirakan telah ada sejak tahun 2000 SM di daratan Cina yang kemudian menyebar ke Korea dan Jepang pada tahun 607 M. Hingga saat ini permainan ini telah dikenal luas di seluruh dunia.

Tujuan dari permainan ini adalah mengambil wilayah dengan menggunakan papan serta batu hitam dan putih. Dua orang berhadapan, satu dengan batu hitam, satu lagi dengan batu putih, bergantian meletakkan batu pada titik persilangan garis-garis pada papan untuk melebarkan wilayahnya. Pemenangnya adalah yang mengelilingi wilayah terluas.

Pada papan Go resmi terdapat 19 garis vertical dan 19 garis horizontal sehingga menghasilkan 361 titik potong. Satu set batu Go terdiri atas 181 batu hitam dan 180 batu putih. Jumlah batu hitam yang lebih banyak disebabkan oleh pemegang batu hitam memiliki giliran pertama untuk jalan.

Seiring dengan pesatnya digitalisasi, berbagai macam permainan mulai dikembangkan dalam bentuk digital. Tidak terkecuali permainan Go. Yang tadinya Go dimainkan diatas papan sekarang kita dapat memainkannya hanya melalui layar *gadget* dan bahkan dapat bermain sendirian dengan bantuan kecerdasan buatan sebagai lawan.

Dalam digitalisasi permainan ini tentunya dibutuhkan komputasi yang sesuai dengan permainan Go, termasuk dalam perhitungan wilayah yang berhasil dikuasai oleh kedua pemain yang akan menentukan skor akhir permainan nantinya. Dengan memperhitungkan banyaknya titik yang dapat ditempati oleh batu Go dan beberapa peraturan dalam permainan, tentunya

akan banyak kemungkinan posisi batu yang terbentuk. Bahkan sampai saat ini masih jarang ditemui kecerdasan buatan yang mampu menghitung luas wilayah yang dikuasai oleh pemain secara *real time*[7]. Graf dapat membantu memodelkan papan Go dan merumuskan algoritma untuk mencari luas wilayah dalam permainan Go.



Gambar 1.1 : Permainan Go

Sumber : levelup.gitconnected.com/alphago-beats-the-worlds-best-go-player-1d4ab1428bac

II. LANDASAN TEORI

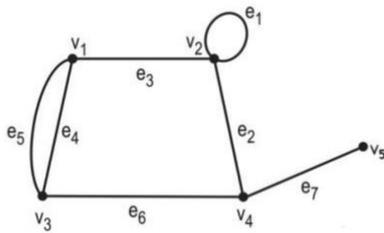
A. Graf

Graf merupakan sekumpulan titik dan garis yang digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Titik-titik pada graf disebut simpul (*Vertices*), sementara garis-garis pada graf disebut sisi (*Edges*). Sisi-sisi pada graf menjadi penghubung antar simpul. Graf $G = (V, E)$ yang dalam hal ini [1]

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$$

Dalam graf terdapat terminologi atau istilah penting, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut :



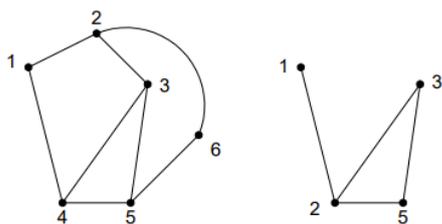
Gambar 2.1: Graf

Sumber: <https://eprints.uny.ac.id/28787/2/c.BAB%20II.pdf>

1. **Ketetanggaan (Adjacent)**
Dua buah simpul dikatakan bertetangga bila keduanya terhubung langsung[1]. Pada gambar 2.1 v1 dan v3 bertetangga.
2. **Bersisian**
Untuk sembarang rusuk $e = (u, v)$, rusuk e dikatakan bersisian dengan simpul u dan simpul v. Pada Gambar 2.1 rusuk e7 bersisian dengan v4 dan v5. Sedangkan e2 tidak bersisian dengan v1 maupun v2.[3]
3. **Lintasan (path)**
Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n di dalam graf G adalah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang berbentuk

$$v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$$
sedemikian sehingga

$$e_1 = (v_0, v_1), e_2 = (v_1, v_2), \dots, e_n = (v_{n-1}, v_n)$$
adalah sisi-sisi dari graf G.
Panjang lintasan adalah jumlah sisi dalam lintasan tersebut.[1]
4. **Sirkuit (circuit)**
Siklus atau sirkuit adalah lintasan yang berawal dan berakhir di simpul yang sama. Panjang sirkuit adalah jumlah sisi dalam sirkuit tersebut. Pada gambar 2.1 sirkuit adalah v1, v2, v4, v3, v1[1]
5. **Upgraf (Subgraph)**
Jika $G = (V, E)$ adalah sebuah graf dengan simpul V dan sisi E maka, $G_1 = (V_1, E_1)$ adalah upagraf dari G jika semua anggota V_1 adalah anggota V dan semua anggota E_1 adalah anggota E. Graf yang kanan pada gambar 2.5 adalah upagraf dari graf sebelah kirinya.



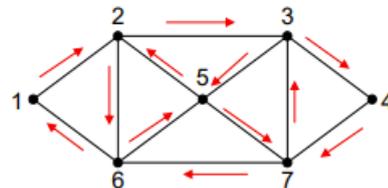
Gambar 2.5: Upagraf

Sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>

6. **Lintasan dan Sirkuit Euler**

Lintasan Euler ialah lintasan yang melalui masing-masing sisi dalam graf tepat satu kali. Sedangkan sirkuit Euler adalah sirkuit yang melewati masing-masing sisi tepat satu kali. Graf yang mempunyai sirkuit Euler disebut Graf Euler (*Eulerian Graph*). Graf yang mempunyai lintasan Euler disebut Graf Semi-Euler (*Semi-Eulerian Graph*). [1]

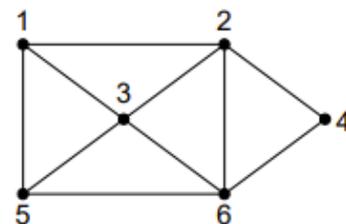


Gambar 2.2: Lintasan Euler

Sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf>

7. **Lintasan dan Sirkuit Hamilton**
Lintasan Hamilton adalah lintasan yang melalui tiap simpul di dalam graf tepat satu kali. Sedangkan sirkuit Hamilton adalah sirkuit yang melalui tiap simpul di dalam graf tepat satu kali, kecuali simpul asal (sekaligus



Gambar 2.3: Sirkuit Euler

Sumber:

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf>

simpul akhir) yang dilalui dua kali. Graf yang memiliki sirkuit Hamilton dinamakan Graf Hamilton dan graf yang hanya memiliki lintasan Hamilton dinamakan Graf Semi-Hamilton. [1]

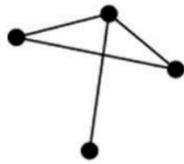
B. Jenis-jenis Graf

Graf dikatakan mengandung sisi ganda jika terdapat lebih dari satu sisi yang menghubungkan dua simpul yang sama, sedangkan sisi gelang pada graf adalah sisi yang menghubungkan satu simpul yang sama.

Berdasarkan ada tidaknya sisi gelang atau sisi ganda, graf digolongkan menjadi tiga jenis sebagai berikut:

1. Graf sederhana (*Simple Graph*)

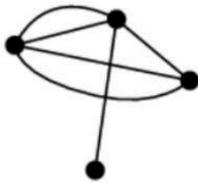
Graf sederhana adalah graf yang tidak mengandung sisi ganda maupun sisi gelang.



Gambar 2.4: Graf Sederhana

Sumber: informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf

2. Graf Tak-Sederhana (*Unsimple Graph*)
Graf tak sederhana adalah graf yang mengandung sisi ganda atau gelang

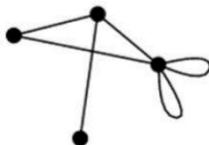


Gambar 2.6: Graf Tak Sederhana

Sumber: informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, graf dibedakan menjadi dua jenis, sebagai berikut:

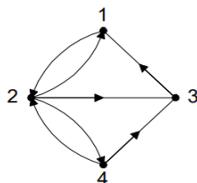
1. Graf Tak-Berarah (*Undirected Graph*)
Graf Tak-Berarah adalah graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah. Gambar 2.6 adalah Graf Tak-Berarah



Gambar 2.7: Graf Tak-Berarah

Sumber: informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf

2. Graf Berarah (*Directed Graph*)
Graf Berarah adalah graf yang setiap sisinya diberikan orientasi arah disebut sebagai graf berarah.



Gambar 2.6: Graf Berarah

Sumber: informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf

C. Peraturan Dalam Permainan Go

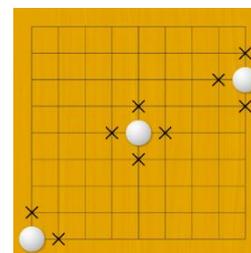
Permainan Go memiliki empat aturan utama [2]

1. *Goal of The Game*
Permainan Go memiliki tujuan untuk menguasai wilayah yaitu titik perpotongan garis-garis pada papan Go dengan menggunakan batu Go masing-masing. Permainan Go yang resmi memiliki 19 garis vertikal dan 19 garis horizontal sehingga total terdapat 361 titik perpotongan yang dapat ditempati batu Go. Wilayah berhasil dimiliki salah satu pemain ketika batas-batas wilayah tersebut hanya dibatasi oleh batu Go pemain tersebut atau batas pinggir dari papan Go. Satu titik dihitung satu poin dan pemenangnya adalah pemilik poin terbanyak.

2. *Rule of Alternation*
Setiap permainan Go terdiri dari dua pemain yang saling berlawanan (batu hitam dan putih) dan giliran pertama diberikan kepada pemain yang memiliki batu hitam. Dalam satu giliran, setiap pemain hanya boleh meletakkan satu batu diatas titik perpotongan yang kosong (tidak ditempati oleh batu pemain lain) pada papan. Dan batu yang diletakkan tidak dapat lagi dipindahkan. [2]

3. *Rule of Capture*
Setiap batu yang diletakkan diatas papan memiliki *liberties* yaitu titik perpotongan yang kosong (tidak ditempati batu Go yang lain) tepat disamping batu tersebut. Pada gambar 2.4, *liberties* ditandai dengan tanda silang. batu yang terletak ditengah memiliki 4 *liberties*, batu yang terletak dipinggir memiliki 3 *liberties*, batu yang terletak disudut papan memiliki 2 *liberties*.

Ketika semua *liberties* dari suatu batu atau kelompok batu ditempati oleh batu lawan maka batu lawan dikatakan “memakan” (*capture*) batu/kelompok batu tersebut. Batu yang telah dimakan dikeluarkan dari papan dan tidak lagi dapat digunakan. Batu/kelompok batu hanya dapat dimakan ketika kelompok batu tersebut hanya memiliki satu *liberty*, kondisi ini disebut *Atari*.

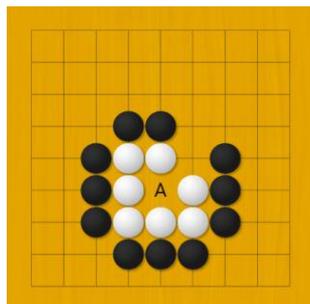


Gambar 2.7: Liberties dalam Go

Sumber: gomagic.org/how-to-play-go-rules/

4. *Rule of Illegal Moves*
Dalam permainan Go sebenarnya tidak memiliki larangan apapun. Namun dari peraturan yang ada secara logis dihasilkan dua larangan, sebagai berikut:
a) *Bunuh Diri*
Pada gambar 2.5 giliran selanjutnya adalah batu hitam. jika pemain meletakkan batu hitam di titik A

yang menyebabkan semua *liberty* batu tersebut diduduki oleh batu putih sehingga bisa langsung dimakan oleh batu putih. Oleh karena itu, gerakan ini sia-sia dan secara tidak langsung dilarang.

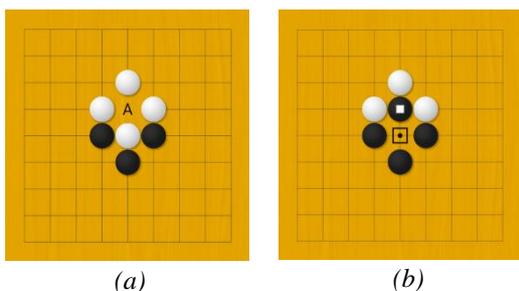


Gambar 2.8: Langkah Bunuh Diri

Sumber: gomagic.org/how-to-play-go-rules/

b) Ko

Pada gambar 2.6(a), giliran selanjutnya adalah batu hitam yang menghasilkan gambar 2.6(b), dimana batu hitam memakan satu batu putih. Menurut aturan yang telah dijelaskan diatas, putih seharusnya bisa memakan kembali batu hitam di titik A tersebut namun untuk menghindari saling memakan yang tidak berujung, batu putih dilarang memakan kembali batu hitam tepat setelah batunya tersebut dimakan. Batu putih diperbolehkan untuk memakan batu hitam tersebut di giliran selanjutnya, jika masih memungkinkan.



Gambar 2.9: Ko

Sumber: gomagic.org/how-to-play-go-rules/

C. Sistem Perhitungan Poin Dalam Permainan Go

Seperti yang telah disebutkan dalam latar belakang permainan Go telah ada sejak ribuan tahun sebelum masehi, sehingga dalam perkembangannya permainan Go telah memiliki banyak versi dalam perhitungan poin akhir. Secara umum terdapat dua versi sistem dalam perhitungan poin yaitu *Territory Scoring* dan *Area Scoring* [6].

1. Area Scoring

Aturan perhitungan ini banyak dipakai di negara Cina. Dalam peraturan ini poin akhir pemain adalah jumlah *intersection* kosong yang berhasil dikelilingi oleh batu pemain ditambah dengan jumlah batu pemain yang masih berada diatas papan pada akhir pertandingan [6].

2. Territory Scoring

Aturan perhitungan dalam *territory scoring* ini banyak dipakai di negara Jepang dan Korea. Dalam peraturan ini poin akhir permainan adalah jumlah *intersection* kosong yang berhasil dikelilingi oleh batu pemain dikurangi jumlah *intersection* kosong yang terlibat dalam seki kemudian dikurangi lagi batu pemain yang telah dimakan oleh batu lawan.

III. PEMBAHASAN

A. Pemodelan Go dalam Graf

Permainan Go yang memiliki papan berupa garis-garis dan peran perpotongan garis yang penting sangat dekat dengan karakteristik graf. Sehingga papan Go dapat dimodelkan sebagai graf dengan tiap perpotongan garis pada papan (*intersection*) dianggap sebagai simpul graf dan garis yang menghubungkan dua titik perpotongan otomatis akan menjadi sisi. Untuk papan Go 19x19 graf yang terbentuk adalah graf sederhana dengan 361 simpul dan 760 sisi. dipilih graf sederhana karena orientasi arah dalam sisi tidak menjadi hal yang penting untuk dipertimbangkan sehingga graf sederhana akan menjadi lebih mudah untuk diimplementasikan.

Kemudian untuk membedakan wilayah hitam dan putih dilakukan pewarnaan pada tiap simpul tersebut. Pewarnaan dilakukan berdasarkan kondisi titik perpotongan (*intersection*) pada papan Go. Terdapat tiga kondisi yang mungkin terjadi selama permainan, yang pertama adalah *intersection* tidak ditempati batu apapun (*empty*) selanjutnya simpul dengan kondisi ini diberi warna kuning. Yang kedua adalah *intersection* tersebut ditempati batu hitam dan yang terakhir adalah ketika *intersection* tersebut ditempati batu putih. Untuk masing-masing kondisi tersebut, simpulnya diberi warna hitam dan putih. Sehingga di awal permainan semua simpul dipastikan dalam kondisi *empty* sehingga semua simpul berwarna kuning

B. Algoritma Perhitungan Wilayah

Dalam permainan Go, terdapat dua kemungkinan permainan selesai. Pertama jika salah satu pemain melakukan *resign* atau saat kedua pemain melakukan *pass* berturut-turut. Pada kemungkinan pertama, mudah untuk menentukan pemenangnya. Namun untuk kemungkinan yang kedua, untuk menentukan pemenangnya perlu dilakukan perhitungan luas wilayah kekuasaan masing-masing pemain. Dalam permainan Go yang resmi terdapat ratusan simpul yang harus ditentukan kepemilikannya.

Dikarenakan usianya yang sudah sangat lama, tidak seperti catur, Go memiliki banyak aturan dan versi yang berbeda dalam menentukan poin dan wilayah. Secara garis besar terdapat dua peraturan berbeda untuk menentukan poin total diakhir permainan, yaitu *Area Scoring* dan *Territory Scoring* [5]. Disini akan digunakan aturan *Territory Scoring* (banyak dipakai di Jepang) yang hanya mempertimbangkan wilayah (*intersection*) kosong dan tidak menghitung jumlah batu yang membatasi wilayah tersebut.

Menentukan wilayah pemain kemudian menjadi menantang dikarenakan dalam Go terdapat istilah *life and death* dan juga *seki*

1. Life and death

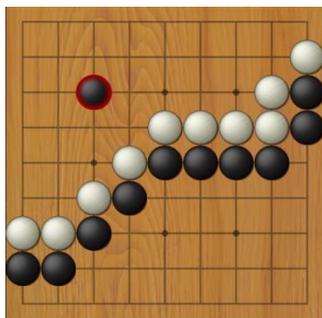
yaitu dihitung atau tidaknya suatu kelompok batu di akhir pertandingan. Ini menjadikan wilayah yang dipertimbangkan bukan hanya *intersection* kosong

namun lebih rumit dengan mempertimbangkan kemungkinan semua kelompok batu pada papan. Batu hitam yang dilingkari merah pada gambar 3.1 tidak berarti apa-apa atau dikatakan *death*.

2. *Seki*

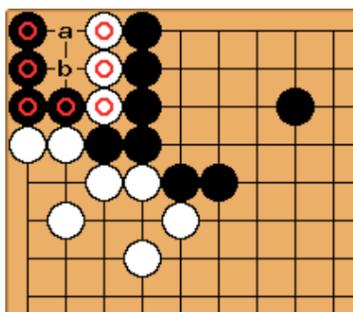
Seki adalah keadaan dimana dua kelompok batu berbeda warna membatasi suatu wilayah yang sama. Keadaan ini terjadi dikarenakan tidak ada lagi pemain yang bisa memakan kelompok batu pemain lainnya. [5]

Oleh karena itu, untuk menentukan wilayah pemain butuh untuk mengevaluasi semua simpul yang ada. Dengan pemodelan papan Go menjadi graf hal ini dapat menjadi tidak begitu rumit, tentunya dengan beberapa algoritma tertentu.



Gambar 3.1: *Life and Death*

Sumber: gambar dibuat dengan bantuan aplikasi Go



Gambar 3.2: *Seki*

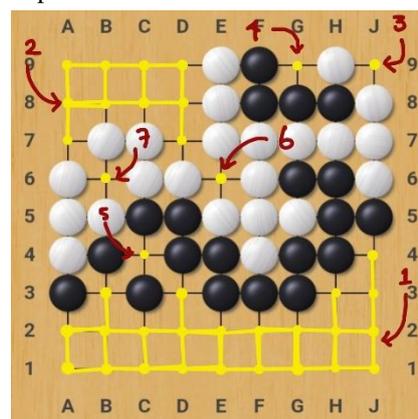
Sumber: <https://senseis.xmp.net/?Seki>

Dari 10^{170} kemungkinan konfigurasi batu hitam dan batu putih dalam papan Go 19x19 [4], kita dapat merumuskan suatu algoritma untuk menghitung wilayah termasuk batu yang mati (*death*) dalam Go, namun untuk memudahkan visualisasi dalam algoritma ini kita memakai papan Go 9x9:

1. Di akhir permainan yang berakhir dengan kedua pemain *pass* secara berturut, maka buat $9 \times 9 = 81$ simpul kuning di setiap *intersection* dan 180 sisi kuning di setiap garis yang menghubungkan *intersection* atau simpul tersebut. Kemudian, untuk setiap *intersection* yang ditempati batu putih, ubah warna simpul menjadi putih, lalu ubah semua sisi yang setiap simpul bersisiannya adalah simpul berwarna putih. Kemudian lakukan hal yang sama untuk simpul yang ditempati oleh batu hitam.
2. Karena dasar perhitungan wilayah tidak mempertimbangkan jumlah batu yang membatasi berarti secara umum yang dimasukkan dalam perhitungan

adalah jumlah simpul berwarna kuning saja.

3. Selanjutnya dipertimbangkan kemungkinan terjadinya kelompok batu yang mati (*death*) lalu merubah kelompok batu tersebut sesuai warna batu yang memakan kelompok batu tersebut. Batu disebut mati ketika batu tersebut hanya memiliki satu *liberty* yaitu ketika suatu upagraf putih atau hitam hanya memiliki satu tetangga simpul yang berwarna kuning. Pada gambar 3.3 upagraf hitam disamping simpul kuning yang ditandai dengan nomor 4 hanya memiliki satu tetangga simpul yang berwarna kuning yaitu simpul bernomor 4. Sehingga semua simpul dan sisi dalam upagraf tersebut dapat diubah warnanya menjadi berwarna kuning.
4. Selanjutnya adalah langkah terpenting yaitu mengevaluasi simpul kuning yang tersisa kemudian menentukan upagraf kuning yang dikuasai oleh batu putih atau batu hitam. Upagraf yang setiap simpulnya hanya memiliki tetangga simpul berwarna kuning atau berwarna putih berarti dikuasai oleh batu putih dan

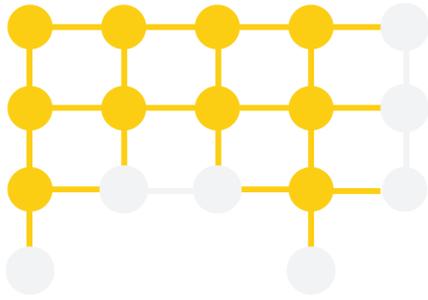


Gambar 3.3: *Graf dalam Go*

Sumber: <https://online-go.com/>

sebaliknya. Kemudian ubah semua simpul dan sisi pada upagraf tersebut menjadi putih jika satu-satunya warna simpul tetangganya selain kuning adalah putih dan menjadi hitam jika satu-satunya warna simpul tetangganya selain kuning adalah hitam. Lalu tambahkan poin pada batu yang sesuai sejumlah banyaknya simpul kuning yang dikuasai. Pada kasus di gambar 3.3 upagraf kuning yang ditandai dengan nomor 2 oleh panah berwarna merah dapat digambarkan ulang menjadi graf pada gambar 3.4. dapat dilihat bahwa setiap simpul dalam upagraf berwarna kuning tersebut hanya memiliki tetangga simpul berwarna putih ataupun kuning sehingga poin batu putih bertambah 10 sesuai dengan jumlah simpul upagraf yang dikuasai.

5. Langkah 4 diulangi hingga seluruh graf yang merepresentasikan papan Go berwarna hitam atau putih yang berarti semua *intersection* kosong telah selesai dievaluasi.



Gambar 3.4: Upagraf Kuning yang dikuasai oleh batu putih

Sumber: Dokumen Pribadi

IV. KESIMPULAN

Pemodelan papan Go dalam bentuk graf dapat menjadi pertimbangan untuk membantu algoritma perhitungan luas wilayah yang berhasil dikuasai oleh pemain dalam komputasi perhitungan poin akhir berdasarkan aturan *Territory Scoring* pada permainan Go digital. Algoritma ini dapat digunakan dalam permainan Go berbasis digital yang membutuhkan perhitungan poin akhir permainan secara cepat atau bahkan secara *real time*. Penerapan graf juga tidak menutup kemungkinan untuk diterapkan pada aturan *Area Scoring* dikarenakan syarat-syarat yang dibutuhkan masih bisa dimodelkan dalam bentuk graf.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah Swt. karena atas rahmat dan karunianya lah makalah yang berjudul “Penerapan Graf dalam komputasi luas wilayah dalam Territory Scoring pada permainan Go” ini dapat selesai dibuat. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen mata kuliah Matematika Diskrit Ibu Dr. Fariska Zakhralativa Ruskanda selaku dosen pengampu Matematika Diskrit atas bimbingannya dalam membantu penulis memahami materi yang digunakan dalam menulis makalah ini. Terima kasih juga buat teman-teman Teknik Informatika angkatan 2021 yang telah memberi dukungan ke penulis sehingga dapat menyelesaikan makalah ini. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Rinaldi Munir. 2021. Graf (Bag. 1). Diakses pada 11 Desember 2022 pukul 13.20 dari <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian1.pdf>.
- [2] Rinaldi Munir. 2021. Graf (Bag. 3). Diakses pada 11 Desember 2022 pukul 13.20 dari <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2020-2021/Graf-2020-Bagian3.pdf>
- [3] Gomagic. Diakses pada 10 Desember 2022 pukul 14:12 dari <https://gomagic.org/how-to-play-go-rules/>
- [4] Lulus Arya Rifpana. 2015. Diakses pada 10 Desember 2022 pukul 14:29 dari <https://eprints.uny.ac.id/28787/2/c.BAB%20II.pdf>.
- [5] Ashley. 2020. AlphaGo Beats The World’s Best Go Player. Diakses pada 12 Desember pukul 21.54 dari <https://levelup.gitconnected.com/alphago-beats-the-worlds-best-go-player-1d4ab1428bac>.
- [6] Dieter Verhofstadt. 2021. Sensei’s Library. Diakses pada 12 Desember 2022 pukul 20:49 dari <https://senseis.xmp.net/?Scoring>.

- [7] Chris Chalfant. 2020. The Game of Go. Diakses pada 12 Desember pukul 20.00 dari <https://gameofgo.app/learn/territory-scoring-go-beginners>.

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, 11 Desember 2022

Muhammad Rizky Sya'ban
13521119