

Perhitungan Skor pada Citra Permainan Papan Go

Melita 13519063

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung
E-mail (gmail): teresamelita1501@gmail.com

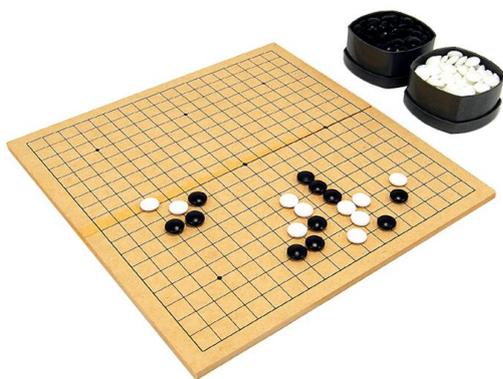
Abstract—Go adalah permainan papan yang dimainkan oleh dua pemain menggunakan batu hitam dan putih. Pemenang dalam permainan Go ditentukan oleh skor tiap pemain yang nilainya dipengaruhi oleh daerah kekuasaan yang dimiliki tiap pemain. Pada makalah ini, dibuat sebuah program untuk membaca citra papan Go dan menghitung jumlah batu dan *territory* dari tiap pemain.

Keywords—go; permainan papan; perhitungan skor; pemrosesan citra

I. PENDAHULUAN

Go atau Igo adalah sebuah permainan papan yang berasal dari Asia Timur. Go biasa disebut dengan sebutan *weiqi* di Cina dan *baduk* di Korea. Permainan ini dimainkan menggunakan sebuah papan berbentuk persegi yang memiliki 19 horizontal dan 19 garis vertikal sehingga memiliki total 361 perpotongan garis disertai dengan 181 batu hitam dan 180 batu putih. Setiap pemain bergantian meletakkan batu miliknya pada bagian perpotongan garis di papan tersebut. Tujuan dari permainan ini adalah untuk mendapatkan daerah kekuasaan sebanyak mungkin.

Oleh karena ukuran papan dan jumlah batu yang cukup besar serta aturan permainan yang rumit, perhitungan daerah kekuasaan dalam permainan Go membutuhkan waktu yang cukup lama, terutama bagi pemain yang belum terbiasa melakukan perhitungan skor pada permainan tersebut. Makalah ini dibuat untuk menghadirkan solusi dengan perhitungan otomatis skor permainan Go melalui foto papan permainan.



Gambar 1. Papan Go dan batu-batunya

(Sumber: <https://pandubudimulya.files.wordpress.com/2015/12/baduk2.jpg>)

II. LANDASAN TEORI

A. Go

Papan Go biasa dibuat dari baha kayu dan memiliki beberapa ukuran yang berbeda. Papan yang paling umum digunakan memiliki ukuran 19×19 dengan 19 garis horizontal dan 19 garis vertikal. Beberapa ukuran lainnya adalah papan 9×9 dan papan 13×13 yang biasa digunakan oleh pemula yang baru mempelajari cara bermain Go. Pada papan Go juga terdapat beberapa *star points (hoshi)* sebagai tempat acuan dan tempat meletakkan *handicap* yang jumlahnya beragam sesuai dengan ukuran papan. Pada papan 19×19 , terdapat 9 buah *star points*.

Pada permainan Go, setiap pemain akan memainkan satu warna batu saja (hitam atau putih). Kedua pemain akan bergantian meletakkan batu hitam dan putih pada papan. Pemain yang memainkan batu warna hitam akan bergerak terlebih dahulu. Untuk menentukan pemain yang mendapat warna hitam dan putih, dilakukan prosedur bernama *nigiri*.

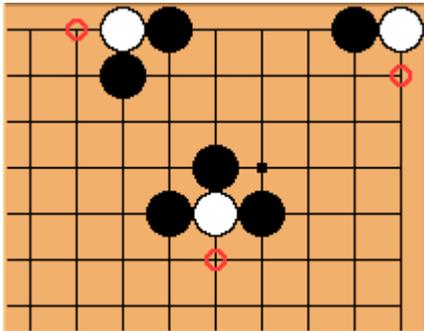
Pada *nigiri*, pemain pertama akan mengambil sejumlah batu putih dari mangkuk tempat batu, lalu meletakkan kepalan tangannya di atas papan Go tanpa menunjukkan batu yang diambil pada pemain lawan. Setelah itu, pemain lawan akan menebak apakah jumlah batu yang diambil oleh pemain pertama ganjil atau genap dengan meletakkan satu atau dua batu hitam di atas papan sesuai dengan tebakannya. Terakhir, pemain pertama akan membuka tangannya untuk memperlihatkan jumlah batu putih yang sebelumnya tersembunyi. Jika tebakan pemain lawan benar, ia akan memainkan batu hitam, tetapi jika tebakannya salah, ia akan memainkan batu putih. *Nigiri* juga dapat digunakan untuk menentukan hal lain dalam permainan seperti menentukan pemenang saat terjadi seri.

Karena pemain batu hitam mendapat keuntungan dalam permainan dengan melakukan gerakan pertama, terdapat sebuah aturan bernama *komi* memberi poin tambahan kepada pemain batu putih. *Komi* biasanya bernilai pecahan agar tidak terjadi seri saat perhitungan skor akhir. Nilai *komi* yang umum berada pada rentang 5 – 8 poin. Nilai standard *komi* yang digunakan berubah seiring waktu. Saat ini, nilai standard di Jepang adalah 6.5 poin, sedangkan nilai standard di Cina adalah 7.5 poin.

Pada permainan Go, seorang pemain dapat menangkap batu-batu milik lawannya jika ia mengelilingi batu-batu tersebut dengan batu-batu miliknya sehingga tidak terdapat lagi

tempat kosong di dalam daerah tersebut. Batu-batu yang ditangkap akan dikeluarkan dari papan permainan sehingga daerah yang sebelumnya ditempati batu-batu lawan akan menjadi daerah kosong.

Selain aturan-aturan tersebut, terdapat juga aturan tidak boleh ada pengulangan, yaitu tiap pemain tidak boleh meletakkan batu pada papan sehingga kondisi papan kembali seperti keadaan sebelumnya. Hal ini dapat terjadi saat papan berada dalam kondisi *atari*, yaitu kondisi di mana pemain hanya membutuhkan satu giliran untuk menangkap batu milik lawannya. Pada contoh gambar di bawah, pemain hitam dapat menangkap salah satu batu putih jika ia meletakkan batunya di salah satu titik yang ditandai lingkaran merah.



Gambar 2. Contoh kondisi *atari*

(Sumber: <https://senseis.xmp.net/diagrams/15/e8e195b796a1301ecffeb3eed1d674d9.png>)

B. Perhitungan Skor pada Go

Permainan Go memiliki aturan perhitungan skor yang berbeda sesuai dengan negara tempat dimainkannya, seperti aturan AGA (Amerika), aturan Cina, aturan Korea, dan aturan Jepang. Secara umum, cara perhitungan skor yang digunakan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *area scoring* dan *territory scoring*.

1. Area Scoring

Pada *area scoring*, skor dihitung dari jumlah titik kosong yang dikelilingi batu pemain ditambah dengan jumlah batu pemain itu sendiri. *Area scoring* digunakan di aturan Cina dan AGA.

2. Territory Scoring

Pada *territory scoring*, skor dihitung dari jumlah titik kosong yang dikelilingi batu, lalu dikurangi jumlah titik *seki* (kondisi suatu daerah dimiliki oleh kedua pemain), dan dikurangi jumlah batu yang tertangkap dan batu yang mati. *Territory scoring* digunakan di aturan Jepang dan Korea.

Untuk mempermudah proses perhitungan skor, biasanya pemain akan melakukan persiapan seperti membuang batu mati dari papan untuk dimasukkan kembali ke mangkuk atau diletakkan bersama dengan batu lain yang ditangkap sesuai dengan aturan *scoring* yang digunakan. Setelah itu, pemain akan memindah-mindahkan batu agar daerah lebih mudah dihitung dengan membuat bentuk daerah segi empat atau

mengelompokkan daerah kosong per 10 titik. Setelah daerah selesai skor selesai dihitung, skor tambahan seperti *komi* dan *handicap* akan ditambahkan ke skor pemain batu putih.

C. Citra

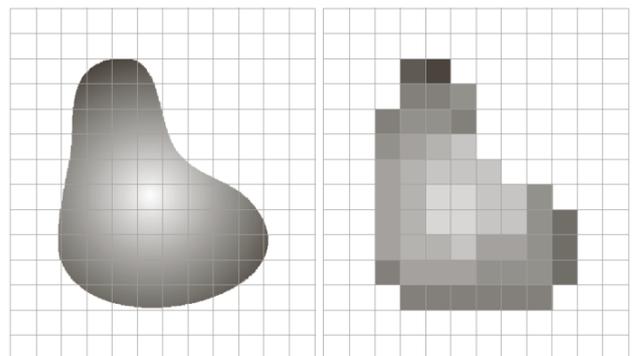
Citra adalah gambar yang ada pada bidang dwimatra atau dua dimensi (2D). Karena citra berupa sinyal kontinyu, untuk dapat diproses dengan komputer diperlukan proses digitalisasi agar citra menjadi diskrit. Proses digitalisasi citra ini dilakukan dengan melakukan penerokan (*sampling*) dan kuantisasi, sehingga citra digital dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks $M \times N$ dengan setiap elemennya menyatakan sebuah *pixel*.

1. Penerokan (*sampling*)

Penerokan adalah proses digitalisasi citra secara spasial, yaitu dalam x dan y . Dengan penerokan, citra yang kontinyu dibagi menjadi *grid* yang berbentuk persegi.

2. Kuantisasi

Kuantisasi adalah proses perubahan nilai intensitas cahaya pada titik $f(x,y)$ menjadi nilai integer. Pada kuantisasi, sinyal kontinyu dipetakan menjadi beberapa level keabuan. Level keabuan yang umum dipakai adalah 256 level. Kuantisasi dapat dilakukan baik secara seragam (*uniform mapping*) maupun secara logaritmik (*logarithmic mapping*). Untuk citra berwarna, 256 level keabuan digunakan untuk setiap kanal warna, yaitu merah, biru, dan hijau yang sering disebut warna RGB.



Gambar 3. Citra sebelum dan sesudah didigitalisasi

(Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2022-2023/01-Pengantar-Pengolahan-Citra-Bag1-2022.pdf>)

D. Perbaikan Kualitas pada Citra

Perbaikan kualitas biasa dilakukan pada citra sebelum dilakukan operasi-operasi lebih lanjut seperti operasi pengenalan objek. Hal ini dilakukan karena citra biasanya memiliki gangguan berupa derau (*noise*) dan distorsi atau citra terlalu terang atau terlalu gelap. Proses perbaikan kualitas ini dapat dilakukan di ranah spasial atau ranah frekuensi sesuai dengan jenis gangguan yang dialami citra. Beberapa jenis operasi perbaikan kualitas pada citra di antara lain adalah:

1. pengubahan kecerahan gambar (*image brightening*),
2. peregangan kontras (*contrast stretching*),
3. pengubahan histogram citra,
4. pelembutan citra (*image smoothing*),
5. penajaman citra (*image sharpening*), dan
6. pengubahan geometrik.

E. Tepi (Edge)

Tepi adalah perubahan nilai intensitas keabuan yang mendadak dalam jarak singkat. Terdapat 4 macam tepi, yaitu tepi curam, tepi landai, tepi garis, dan tepi atap. Pendeteksian tepi dilakukan sebagai bagian dari proses analisis citra. Tepi dalam citra dapat dideteksi dengan teknik-teknik pendeteksian tepi menggunakan operator gradien, operator Laplace, operator Laplace of Gaussian, operator Sobel, operator Roberts, operator Canny, dan operator lain-lain.



Gambar 4. Contoh pendeteksian tepi dengan operator Canny

(Sumber: <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2021-2022/19-Pendeteksian-Tepi-Bagian2-2022.pdf>)

F. Kontur

Kontur adalah kumpulan *pixel* tepi yang membentuk batas daerah. Kontur dapat bersifat terbuka atau tertutup. Kontur biasa digunakan untuk mengenali suatu objek dalam citra. Transformasi Hough dapat digunakan untuk menemukan kontur berupa garis lurus, lingkaran, maupun kurva sembarang pada citra.

III. IMPLEMENTASI

Solusi diimplementasikan menggunakan Matlab versi 2022b. Program akan menerima sebuah masukan citra papan Go berukuran 19×19 yang diambil secara tegak lurus dari atas papan, sehingga papan berbentuk persegi dan batu-batunya berbentuk lingkaran. Citra juga dianggap diambil dengan lurus sehingga tepi citra sejajar dengan tepi papan pada citra. Proses yang dilakukan pada citra sehingga dapat menghasilkan skor dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Praproses

Pada tahap ini, dilakukan perbaikan kualitas pada citra masukan dengan perbaikan tingkat kecerahan pada citra secara manual disertai perataan histogram yang dilakukan secara otomatis dengan fungsi *histeq* pada Matlab.

2. Deteksi batu

Pada tahap ini, dilakukan pendeteksian dari batu hitam dan batu putih menggunakan fungsi *imfindcircles* pada Matlab. Batu putih dideteksi dengan mengatur *ObjectPolarity* menjadi *bright*, sedangkan batu hitam dideteksi dengan mengatur *ObjectPolarity* menjadi *dark*. Jari-jari lingkaran ditentukan secara otomatis oleh program dengan cara membagi ukuran citra dengan ukuran batu yang seharusnya sejajar pada papan berukuran 19×19 . Ukuran ini dapat diatur kemudian secara manual oleh pengguna jika dibutuhkan penyesuaian lebih lanjut.

3. Pembuatan papan virtual

Pada tahap ini, dilakukan pembuatan struktur data papan Go dalam bentuk matriks dua dimensi dari citra sebelumnya. Pertama-tama, ditentukan titik awal yang merupakan titik paling kiri atas dari papan. Titik ini didapat secara otomatis oleh program dengan mengambil batu paling kiri dan paling atas dari hasil deteksi batu, dengan asumsi bahwa permainan sudah berada pada *endgame* sehingga kemungkinan besar papan terisi sampai pinggir. Jika perkiraan ini tidak tepat, pengguna dapat mengatur sendiri lokasi titik awal secara manual pada GUI program.

Setelah titik awal diperoleh, program akan melakukan iterasi ke samping dan kebawah pada citra dengan *step* sebesar kurang lebih dua kali radius rata-rata yang dihitung dari daftar batu yang ditemukan pada tahap sebelumnya. Pada setiap tahap iterasi, titik akan diperiksa lokasinya, apakah berada di dalam lingkaran batu hitam, lingkaran batu putih, atau tidak berada di keduanya. Hal ini dilakukan dengan memasukkan titik x dan y yang diperiksa ke dalam rumus lingkaran dari setiap batu, yaitu

$$(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 \leq r^2$$

dengan x dan y sebagai titik yang diperiksa, x_0 dan y_0 sebagai titik pusat batu, dan r sebagai radius atau jari-jari dari batu.

Program dapat menyimpan hasil papan permainan virtual ini dalam berkas teks yang setiap batunya dipisahkan oleh tanda koma (,) secara horizontal dan oleh *newline* secara vertikal.

4. Perhitungan skor

Perhitungan skor dilakukan dengan cara menghitung masing-masing batu hitam dan putih beserta daerah kekuasaannya. Daerah kekuasaan dihitung dengan algoritma sederhana saja, yaitu setiap daerah kosong akan diperiksa semua batu tepinya. Hal ini merupakan penyederhanaan dari perhitungan skor sesungguhnya dan dilakukan dengan asumsi bahwa pemain telah membuang seluruh batu mati dari papan permainan. Jika semua tepi adalah batu hitam, maka daerah adalah daerah pemain hitam, dan jika semua tepi adalah batu putih, maka daerah adalah daerah pemain putih. Sementara itu, jika daerah dikelilingi oleh tepi hitam dan putih sekaligus, daerah akan dianggap sebagai

daerah netral. Dalam papan virtual yang dihasilkan, berikut adalah pengkodean yang diberikan untuk setiap jenis titik.

- Nol (0) berarti titik adalah titik kosong untuk papan yang tidak ditandai daerah kekuasaannya, dan berarti titik netral untuk papan yang ditandai daerah kekuasaannya.
- Satu (1) berarti titik ditempati oleh batu hitam.
- Dua (2) berarti titik ditempati oleh batu putih.
- Tiga (3) berarti titik merupakan titik kosong yang juga merupakan daerah milik pemain hitam.
- Empat (4) berarti titik merupakan titik kosong yang juga merupakan daerah milik pemain putih.

IV. HASIL DAN ANALISIS

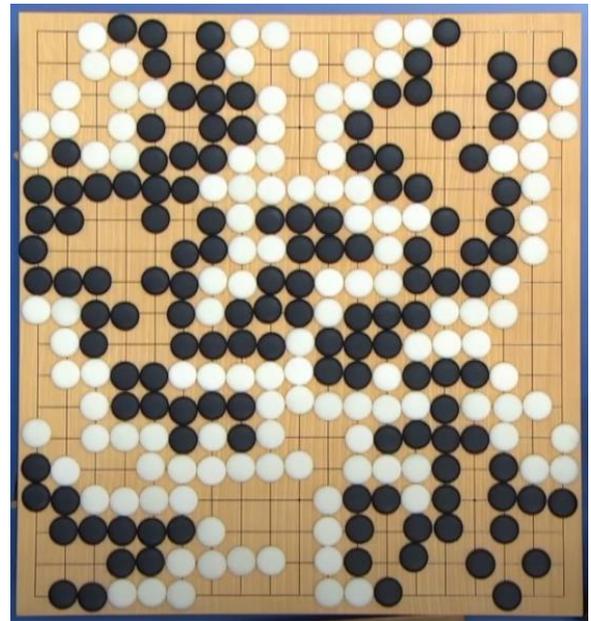
Untuk dapat menerima masukan citra dan melihat hasil keluarannya, dibuat sebuah program dengan GUI menggunakan Matlab seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. Pada program juga ditampilkan jumlah batu dan daerah tiap pemain beserta pengaturan yang dapat disesuaikan oleh pengguna jika perhitungan otomatis program kurang memuaskan. Hasil papan virtual dapat disimpan ke dalam bentuk teks menggunakan Save Board Map untuk pemetaan batu saja dan Save Marked Board Map untuk pemetaan batu yang sudah disertai pemetaan daerah kekuasaan.



Gambar 5. Gambaran GUI program

(Sumber: dokumen penulis)

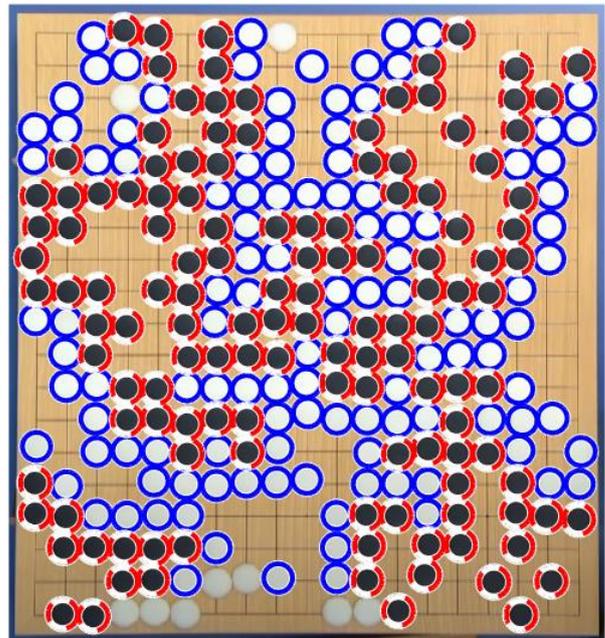
Untuk percobaan, digunakan citra sebuah permainan Go antara AlphaGo dengan Ke Jie pada 23 Maret 2017 yang dapat ditonton pada [4] pada waktu 0:38. Citra tersebut ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Citra tangkapan permainan AlphaGo dengan Ke Jie

(Sumber: https://youtu.be/efbOGC0_Ac8)

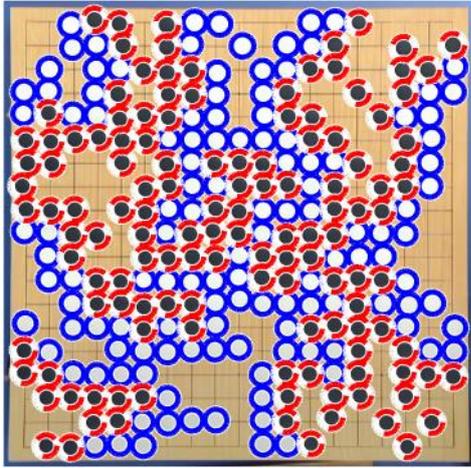
Setelah dicoba dilakukan pendeteksian batu, ternyata terdapat beberapa batu yang gagal terdeteksi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7. Oleh karena itu, dilakukan praproses terlebih dahulu untuk memperbaiki tingkat kecerahan pada citra dan dimensi citra. Tinggi citra disesuaikan dengan lebar sehingga citra setelah praproses berbentuk persegi. Batu putih ditandai dengan lingkaran biru, sementara batu hitam ditandai dengan lingkaran merah.



Gambar 7. Hasil deteksi batu tanpa praproses

(Sumber: dokumen penulis)

Setelah dilakukan praproses pada citra terlebih dahulu, program berhasil menangkap seluruh batu dengan pengaturan sensitivitas pendeteksian batu hitam 0.9 dan sensitivitas pendeteksian batu putih 0.85. Kedua nilai ini dapat diatur oleh pengguna pada GUI program. Hasil pendeteksian batu setelah praproses tambahan dapat dilihat pada Gambar 8. Pengaturan radius dan lainnya diatur secara otomatis oleh program. Dapat dilihat bahwa semua batu sudah berhasil terdeteksi.



Gambar 8. Hasil deteksi batu setelah praproses
(Sumber: dokumen penulis)

Hasil perhitungan dari jumlah batu putih, batu hitam, daerah putih, daerah hitam, dan daerah netral dapat dilihat pada program seperti pada Gambar 9. Angka yang berada di dalam kurung adalah jumlah lingkaran yang terdeteksi, sementara angka di sebelah kirinya adalah jumlah batu yang terdeteksi setelah dipetakan ke papan virtual. Dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara keduanya karena peletakan batu yang kurang rapi saat batu berada pada daerah kosong seperti pada bagian kanan bawah papan.

RESULTS	
Black Stones	129 (132)
White Stones	122 (125)
Black Territory	55
White Territory	55
Neutral Territory	0
<input type="button" value="Save Board Map"/> <input type="button" value="Save Marked Board Map"/>	

Gambar 9. Hasil perhitungan skor
(Sumber: dokumen penulis)

Hasil dari pembuatan papan virtual disimpan ke berkas teks dan dapat dilihat pada Gambar 10 untuk papan tanpa penandaan daerah dan Gambar 11 untuk papan dengan penandaan daerah kekuasaan.

```

0,0,2,1,1,0,1,2,2,0,0,0,2,2,1,0,0,0,0
0,0,2,2,1,0,1,2,0,2,0,2,2,1,0,0,1,0,1
0,2,0,2,2,1,1,1,2,0,2,2,1,1,0,0,1,1,2
2,2,0,2,1,0,1,1,2,0,2,1,0,0,1,0,1,2,2
2,1,2,2,1,1,1,2,2,0,2,1,1,0,0,1,2,2,0
1,1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,1,1,0,0,1,2,0
1,1,0,0,1,0,1,2,1,1,1,2,2,2,1,0,1,2,0
1,0,0,0,0,1,1,2,2,1,1,1,2,1,0,1,1,2,0
1,1,1,0,1,1,2,2,1,1,2,2,2,1,1,1,2,0,0
2,2,1,1,0,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,2,2,0,0
0,2,1,0,0,1,1,1,1,2,1,1,1,2,2,2,0,0,0
0,2,2,1,1,2,2,2,2,2,1,1,2,1,1,1,2,0,0
0,0,2,1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,1,2,0,0,0
2,0,2,2,2,1,2,1,2,0,0,2,1,1,1,1,2,0,0
1,2,0,0,2,2,2,2,2,2,0,2,2,2,1,0,1,2,2
1,1,2,2,2,2,0,0,0,0,2,1,1,2,1,0,1,1,1
0,1,1,1,1,1,2,0,0,0,2,1,0,1,1,0,1,0,0
0,0,0,1,1,2,2,2,2,0,2,1,0,1,0,0,0,0,0
0,1,1,2,2,2,0,0,0,0,2,2,1,0,0,0,0,0,0
    
```

Gambar 10. Papan virtual tanpa tanda daerah
(Sumber: dokumen penulis)

```

4,4,2,1,1,3,1,2,2,4,4,4,2,2,1,3,3,3,3
4,4,2,2,1,3,1,2,4,2,4,2,2,1,3,3,1,3,1
4,2,4,2,2,1,1,1,2,4,2,2,1,1,3,3,1,1,2
2,2,4,2,1,3,1,1,2,4,2,1,3,3,1,3,1,2,2
2,1,2,2,1,1,1,2,2,4,2,1,1,3,3,1,2,2,4
1,1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,1,1,3,3,1,2,4
1,1,3,3,1,3,1,2,1,1,1,2,2,2,1,3,1,2,4
1,3,3,3,3,1,1,2,2,1,1,1,2,1,3,1,1,2,4
1,1,1,3,1,1,2,2,1,1,2,2,2,1,1,1,2,4,4
2,2,1,1,3,1,2,1,1,1,2,1,1,1,2,2,2,4,4
4,2,1,3,3,1,1,1,1,2,1,1,1,2,2,2,4,4,4
4,2,2,1,1,2,2,2,2,2,1,1,2,1,1,1,2,4,4
4,4,2,1,1,1,1,1,2,2,2,2,2,2,1,2,4,4,4
2,4,2,2,2,1,2,1,2,4,4,2,1,1,1,1,2,4,4
1,2,4,4,2,2,2,2,2,2,4,2,2,2,1,3,1,2,2
1,1,2,2,2,2,4,4,4,4,2,1,1,2,1,3,1,1,1
3,1,1,1,1,1,2,4,4,4,2,1,3,1,1,3,1,3,3
3,3,3,1,1,2,2,2,2,4,2,1,3,1,3,3,3,3,3
3,1,1,2,2,2,4,4,4,4,2,2,1,3,3,3,3,3,3
    
```

Gambar 11. Papan virtual dengan tanda daerah
(Sumber: dokumen penulis)

Seperti yang dapat diamati, kesalahan pembuatan papan terdapat pada bagian kanan bawah dari papan. Program gagal

mendeteksi 3 buah batu putih dan 3 buah batu hitam yang diletakkan secara kurang rapi pada papan karena adanya daerah kosong di sekitar batu.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Perhitungan skor pada permainan papan Go dapat dilakukan dengan bantuan program dengan menggunakan masukan berupa citra papan Go yang diambil dengan baik. Kualitas citra sangat menentukan terdeteksinya batu pada papan, sehingga sebaiknya dilakukan tahap praproses sebelum citra diolah lebih lanjut. Peletakkan batu yang rapi menjadi faktor penting untuk akurasi pembuatan papan virtual jika digunakan cara iterasi dengan *step* berupa radius batu rata-rata. Daerah kosong pada papan biasa menyebabkan peletakkan batu yang kurang rapi pada papan.

B. Saran

Sebaiknya algoritma perhitungan daerah kekuasaan dilengkapi sehingga program dapat menentukan daerah batu mati dan daerah *seki* tanpa memerlukan pemain untuk membuang batu mati terlebih dahulu dari papan. Lebih baik juga dicari alternatif lain untuk algoritma pembuatan papan virtual agar peletakkan batu yang kurang rapi tidak berdampak besar pada pembuatan papan virtual tersebut. Akan lebih baik juga jika algoritma dapat mendeteksi ukuran papan lainnya seperti ukuran 9×9 atau 13×13 .

PRANALA PROGRAM

<https://github.com/riisuki/go-score-counter>

PRANALA VIDEO YOUTUBE

<https://youtu.be/BPDtWuHpgeE>

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat-Nya penulis dapat mengikuti mata kuliah IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra ini dari awal hingga selesainya dibuat makalah ini. Penulis juga berterima kasih kepada Bapak Rinaldi Munir selaku dosen pengampu mata kuliah terkait atas bimbingan yang telah beliau berikan. Terakhir, penulis juga berterima kasih kepada seluruh keluarga dan teman-teman penulis yang telah memberi dukungan selama pengerjaan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Britannica. "Go." <https://www.britannica.com/topic/go-game> diakses pada 18 Desember 2022 pukul 18:12 WIB.
- [2] Sensei's Library. <https://senseis.xmp.ne> diakses pada 18 Desember 2022 pukul 18:32 WIB.
- [3] Munir, Rinaldi. "IF4073 Interpretasi dan Pengolahan Citra - Semester I Tahun 2022/2023" <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Citra/2022-2023/citra22-23.htm> diakses pada 18 Desember 2022 pukul 21:21 WIB.
- [4] SciNews. "AlphaGo defeats Ke Jie in match one, 23 May 2017." https://youtu.be/efbOGC0_Ac8 diakses 18 Desember 2022 pukul 21:51 WIB.

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, 18 Desember 2022



Melita
13519063