

Aplikasi Kombinatorial dan Peluang Diskrit dalam Menciptakan A.I. Bot Permainan Kartu Poker

Thareq Muhammad Yusuf Hasnul Aziz - 13516004

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

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

thareqmyha@gmail.com

Abstract—Poker merupakan permainan yang sangat digemari oleh kalangan amerika saat tahun 2000an. Sebuah permainan yang disahkan ada di kota Robstown, Texas, Amerika Serikat ini mulai terkenal di internet maupun televisi saat kemunculan pertamanya. Permainan perjudian yang melibatkan tipu daya, menggertak, dan berbohong ini ternyata memiliki sisi probabilitas yang dapat dihitung dengan kombinatorial sederhana. Hal ini pun dibuktikan dengan adanya A.I ciptaan programmer asal Carnegie Mellon University yang disebut Claudico yang berhasil melawan berbagai juara Poker Kompetitif Internasional dan salah satunya Doug Polk. Hal ini dengan memanfaatkan cara *learning* suatu *artificial intelligence* persentase kemungkinan segala deck yang ada dan segala kombinasi bet yang menghasilkan hasil terbaik

Keywords—deck,kombinatorial,persentase,poker, probabilitas, artificial intelligence.

I. PENDAHULUAN

Poker merupakan permainan lama yang sudah ada beberapa abad sebelum kemunculan pertamanya di televisi. Permainan kartu ini sudah lahir sejak awal abad 18 di beberapa Negara Eropa. Misalnya di Negara Jerman. Permainan kartu ini disebut *Pochen*. Sedangkan di Inggris disebut *Brag*, dan di Prancis dimanakan *Poque*. Ketika jaman itu, pedagang Prancis lah yang mengenalkan permainan Poque ini yang menjadi cikal bakal Poker ke Amerika. Salah satu sumber media sastra di Inggris menyebutkan permainan ini pertama kali dimulai tahun 1829 di kota bernama New Orleans, Amerika.



Gambar 1.2 Contoh Permainan Poker

Sumber: <https://www.thoughtco.com/texas-holdem-poker-rules-2728124> (Diakses 3 Desember 2017)

Pada jaman itu, permainan judi *Texas Holdem Poker* hanya menggunakan satu deck kartu saja yang berisikan 20 jenis kartu, serta di desain sedemikian rupa sehingga hanya cukup untuk 4. Setelah berbagai modifikasi hingga zaman sekarang akhirnya permainan Poker ini dapat dimainkan oleh berbagai orang dengan 52 deck kartu unik. Setelah modifikasi inilah muncul peraturan kartu Poker resmi yang digunakan hingga saat ini di berbagai perjudian. Dengan 52 deck kartu ini yang memunculkan berbagai kombinasi kartu yang dapat dimainkan oleh pemain dengan istilah-istilah seperti *Flush*, *Fullhouse*, *Straight*, dan istilah-istilah lainnya.

Selain melibatkan berbagai kombinasi deck kartu, poker juga melibatkan berbagai cara untuk melakukan *check*, *call*, dan *raise* dimana hal tersebut melambangkan berapa chip yang mereka pertaruhkan. Seni bermain Poker adalah dengan memanfaatkan tipu daya dan kemampuan membaca gerak gerak lawan dan memanfaatkan kondisi psikologis seseorang. Namun ternyata yang orang kira menjadi dasar fundamental bermain Poker dapat disederhanakan menjadi serangkaian gerakan kombinatorial yang dapat dialgortmikan kedalam suatu A.I.



Gambar 1.2 Sebuah kontes pemain poker terkemuka melawan Claudico, A.I. dalam permainan poker

Sumber: <http://www.latimes.com/nation/great-reads/la-na-cl-claudico-poker-20150521-story.html> (Diakses 3 Desember 2017)

II. DASAR TEORI

Kombinatorial merupakan suatu ilmu Matematika yang berpusat pada bagaimana cara mengetahui total kombinasi yang mungkin terbentuk tanpa mengenumerasi setiap kombinasi yang ada. Misalkan kita ingin memilih 2 orang sebagai perwakilan

dari 20 orang. Dengan kombinatorial, kita tidak perlu menuliskan setiap kombinasi 2 orang secara satu per satu, tetapi kita dapat langsung menemukan jumlahnya dengan cara tertentu.

2.1. Kaidah Dasar Menghitung Kombinatorial diawali dengan dua kaidah dasar menghitung, yaitu :

1. Kaidah perkalian (rule of product)

Misalkan dilakukan dua percobaan di mana

percobaan 1 : p hasil

percobaan 2 : q hasil

maka

percobaan 1 dan percobaan 2 : p x q hasil.

2. Kaidah penjumlahan (rule of sum)

Misalkan dilakukan dua percobaan di mana

percobaan 1 : p hasil

percobaan 2 : q hasil

maka

percobaan 1 atau percobaan 2 : p + q hasil.

Perluasan dari kedua kaidah dasar menghitung tersebut dengan banyak percobaan n yaitu :

1. Kaidah perkalian (rule of product)

2. Kaidah penjumlahan (rule of sum)

2.2. Prinsip Inklusi-Eksklusi

Setelah kaidah dasar menghitung, ada prinsip inklusi-eksklusi yang dinyatakan dengan :

$$|A \cup B| = |A| + |B| - |A \cap B|$$

Prinsip ini menjelaskan bahwa banyak dari kondisi A atau B atau keduanya terpenuhi sama dengan banyak dari kondisi A terpenuhi ditambah banyak dari kondisi B terpenuhi dikurangi banyak dari kondisi A dan kondisi B terpenuhi.

2.3. Permutasi

Permutasi adalah penyusunan sekumpulan objek menjadi beberapa urutan yang berbeda tanpa mengalami pengulangan.

Permasalahan yang menggunakan konsep permutasi salah satunya adalah jika ingin dibuat sebuah susunan perangkat pengurus sebuah kepanitiaan, misalnya ketua, wakil ketua, sekretaris, dan bendahara dari n orang yang berbeda.

Permasalahan serupa ini menggunakan prinsip permutasi karena, setiap objek akan disusun dan setiap susunan menyatakan sesuatu yang berbeda, karena susunan dengan A sebagai ketua dan B sebagai wakil, tentu akan berbeda dengan susunan yang dibentuk jika B dijadikan sebagai ketua dan A sebagai wakil ketuanya. Menurut kaidah perkalian yang ada di poin A, hasil yang didapat apabila dicari permutasi n buah objek, akan didapat banyaknya cara adalah sebanyak:

$$n! = n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times 2 \times 1$$

Hasil di atas didapat dari pemilihan objek pertama dari n objek, objek ke-2 dari (n-1) objek, objek ke-3 dari (n-2) objek dan seterusnya hingga didapat objek ke-n dari 1 objek yang tersisa. Jika semuanya dikalikan, karena percobaan pemilihan ada percobaan "dan" (menggunakan kaidah perkalian), maka akan ada sebanyak n! solusi. Jika r objek dipilih dari n objek untuk disusun, banyaknya solusi tidak akan sama dengan n!. Jika dihitung dengan kaidah perkalian, ini berarti objek pertama dipilih dari n objek yang ada. Objek ke-2 dipilih dari (n-1) objek yang ada. Objek ke-3 dipilih dari (n-2) objek yang ada, dan

seterusnya, hingga didapat pemilihan objek ke-r yang dipilih dari (n-r+1) objek yang tersisa. Menurut kaidah perkalian, banyaknya solusi adalah

$$n \times (n-1) \times (n-2) \times \dots \times (n-r+1)$$

Solusi seperti ini seringkali disingkat menjadi sebuah notasi, yaitu notasi nPr. Notasi seperti ini dibaca jumlah susunan yang berbeda dari r objek yang dipilih dari n buah objek.

$$P(n, r) = \frac{n!}{(n-r)!}$$

Jika permasalahan yang pertama diturunkan dari rumus di atas, akan didapat jawaban yang sama, yaitu n!. Karena permasalahan yang pertama adalah permutasi n objek dari n buah objek yang berbeda, sehingga akan didapat nPn = n! karena penyebutnya akan bernilai 0!=1.

2.3. Kombinasi

Kombinatorial diakhiri dengan kombinasi, yaitu permutasi yang tidak memperhatikan urutan. Jika permutasi "mengurutkan", maka kombinasi "mengambil". Kombinasi dapat dinyatakan dengan rumus :

$$C(n, r) = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

Kombinasi juga dapat terjadi dengan pengulangan. Misalkan jika ada r buah elemen yang sama dan n buah tempat untuk menampung elemen tersebut. Jika masing-masing tempat hanya boleh diisi dengan paling banyak 1 elemen, maka jumlah cara memasukkan elemennya

$$C(n, r)$$

Jika masing-masing tempat boleh lebih dari 1 buah elemen, maka jumlah cara memasukkan elemennya

$$C(n+r-1, r) = C(n+r-1, n-1)$$

2.4. Peluang Diskrit

Peluang diskrit merupakan teori yang sangat erat kaitannya dengan kombinatorial, karena teori ini merupakan wadah pengaplikasian kombinatorial itu sendiri. Peluang dapat menggambarkan seberapa mungkin suatu kasus dapat terjadi di balik semua kasus yang dapat terjadi.

Himpunan semua kemungkinan yang dapat terjadi disebut ruang contoh (sample space) dan setiap kemungkinan kejadian di dalam ruang contoh disebut titik contoh (sample point). Misalkan

Ruang contoh : S

Titik-titik contoh : x1, x2, x3, x4, ..

S = {x1, x2, ..., xi, ...} maka peluang bagi xi adalah ukuran kemungkinan terjadinya atau munculnya xi di antara titik contoh yang lain.

Sifat peluang diskrit :

$$1. \quad 0 \leq p(xi) \leq 1$$

Nilai peluang tidak pernah negatif dan lebih kecil atau sama dengan 1.

$$2. \quad \sum_{i=1}^{|S|} p(xi) = 1$$

Jumlah semua peluang titik contoh dalam ruang contoh adalah 1.

Kejadian (event) adalah himpunan bagian tertentu dari dalam ruang contoh yang ingin dihitung peluangnya.

Kejadian : E

Peluang E di dalam ruang contoh adalah

$$p(E) = \frac{|E|}{|S|}$$

2.5. Artificial Intelligence

AI biasanya didefinisikan sebagai ilmu membuat komputer melakukan aksi yang membutuhkan kepintaran sebuah manusia. Untuk mewujudkan hal tersebut sebuah AI dapat dibagi menjadi beberapa komponen yaitu:

1. Learning
Learning disini merupakan proses AI tersebut memperoleh kepintarannya. Cara paling mudah adalah dengan *trial and error* seperti contoh permainan catur. Sebuah AI akan pertama2 menciptakan gerakan random hingga menemukan kombinasi yang membuatnya menang lalu akan mengingatnya
2. Reasoning
Yang berarti menggambarkan korelasi statusnya dengan situasi yang ada. Korelasi diklasifikasikan menjadi 2 antara induktif dan deduktif. Korelasi ini juga tinggi kaitannya dengan Logika dalam Matematika Diskrit.
3. Problem-solving
Ini merupakan tahap selanjutnya dari sebuah AI. Seperti contoh topic yang akan kita angkat ini dapat menciptakan AI yang mengetahui kombinasi deck kartu yang baik maupun buruk. Problem solving ini juga dibagi menjadi *general-purpose* dan *specific-purpose* dimana *specific-purpose* sengaja di desain untuk kasus-kasus khusus seperti saat lawan memanggil *All-in* saat pertandingan baru dimulai.
4. Perception
Di tahap ini segala lingkungan di proses hingga persepsi ini mengalalisa suatu scenario menjadi sebuah objek yang memiliki *features* dan hubungan antar objek tersebut. Seperti halnya saat memiliki deck berpersentase kemenangan sebesar 55%, akan ada hubungannya pula dengan persentase kemenangan deck lawan.
5. Language-understanding
Dalam hal inilah sang AI belajar bagaimana merubah segala sesuatu yang ada di lingkungannya menjadi pembahasan dia sebagai suatu algoritma yang dimengerti sebuah komputer.

Lalu permainan Poker sendiri juga memiliki beberapa set peraturan yang menjadi acuan dalam melakukan permainan tersebut

2.6. Alur Permainan

Permainan Poker diawali dengan *house* (Yang membagikan kartu) membagikan kartu sebanyak 2 buah kepada tiap pemain. Setiap pemain lalu memutuskan keputusan yang akan diambil dalam putaran permainan poker tersebut. Ada 4 jenis keputusan yang dapat diambil yaitu :

1. Call
Berarti akan terus bermain dengan memberikan uang taruhan sebesar yang ditaruhkan pemain sebelumnya
2. Check
Pemain akan terus bermain tanpa memberikan taruhan. Ini berlaku hanya bila dia pemain pertama atau pemain sebelumnya juga melakukan check.
3. Raise
Pemain akan terus bermain dengan taruhan di naikkan

oleh dirinya.

4. Fold

Pemain berhenti bermain dan menutup kartunya dan merelakan segala taruhan yang sudah dia bet di turn sebelumnya

Alur aksi ini dilakukan saat house membagikan 2 kartu, saat 3 kartu pertama dibuka, saat *4th card* dibuka oleh banker, dan saat *river card* atau kartu terakhir dibuka. Setelah itu pemain memilih 3 kartu dari house dan pemain dengan kombinasi paling bagus akan menang.

2.7 Kombinasi Kartu

Lalu dalam menentukan pemain mana yang menang di akhir permainan maka poker akan mengacu pada table yang disebut *Poker Hand Ranking* dimana akan ditampilkan urutan kartu yang lebih baik ketimbang kartu lainnya dengan *royal flush* paling atas dan *high card* paling bawah. Kombinasi inilah yang dapat memunculkan berbagai kalkulasi peluang diskrit yang dapat dihitung.



Gambar 3.1 Tabel urutan kartu poker

Sumber : http://www.zoonar.com/photo/rangfolge-der-pokerhnde_773570.html (Diakses 3 Desember 2017)

III. DESKRIPSI MASALAH

A. Peluang Diskrit yang Berubah

Permainan Poker tidak hanya masalah menentukan kombinatorial setiap jenis kartu yang ada karena permainan ini melibatkan 4 aksi yang dilakukan saat memasuki beberapa tahapan sehingga pemain harus memikirkan kondisi kartu yang ada saat itu sehingga harus dilakukan perhitungan peluang kemenangan yang ada saat memasuki beberapa tahapan permainan yaitu :

1. Tahap Awal
Saat house membagikan 2 kartu awal.
2. Tahap Pembuka
Saat house membuka permainan dengan 3 kartu pertama.
3. Tahap Akhir
Saat house membuka *4th card*.
4. Tahap Community

Saat house membuka river card

Perhitungan peluang kemenangan sebuah kombinasi kartu akan dihitung berdasarkan tiper permainan yang dimainkan oleh 2 orang saja..

B. Kombinasi dan Peluang Tiap Jenis Kartu yang Ada

Sebelum menentukan peluang tiap tahap dengan kartu yang dimiliki. Kita harus mengetahui peluang tiap kombinasi kartu yang ada dengan menggunakan kombinatorial. Pertama-tama kita harus mengetahui ruang sampel dalam permainan ini sebut saja R

$$R = C(52,7) = 133,784,560$$

Setelah kita mengetahui ruang sampelnya lalu kita menentukan Kombinasi tiap kartu yang ada. Cara menentukannya adalah dengan melakukan kombinasi yang memungkinkan ada di sebuah koleksi 7 kartu (2 kartu pemain, 5 kartu house). Dapat dengan rumus sederhana berikut

- F(Hand) = CC * C(52-r, 7-r)
- F(_) = Frekuensi
- Hand = type of card
- CC = Card Combination
- R = Total Needed card

Sebagai contoh kartu Royal Flush Membutuhkan 5 jenis kartu (Total Needed Card) dan hanya ada 4 kombinasi sehingga menghasilkan

$$F(RF) = 4 * C(47,2) = 4324$$

Lalu setelah melakukan rumus diatas untuk seluruh tipe kartu dihasilkan

Tipe Kartu	Frekuensi	Peluang
High Card	23,294,460	17.4000%
One Pair	58,627,800	43.8000%
Two Pair	31,433,400	23.5000%
3 of a Kind	6,461,520	4.8300%
Straight	6,180,020	4.6200%
Flush	4,047,644	3.0300%
Full House	3,473,184	2.6000%
4 of a Kind	224,848	0.1680%
Straight Flush	37,260	0.0279%
Royal Flush	4,324	0.0032%
Total	133,784,560	100%

C. Tahap Awal

Saat tahap ini pemain diberikan 2 kartu oleh house kepada pemain yang ada. Cara menentukan persentase kemenangannya adalah dengan rumus

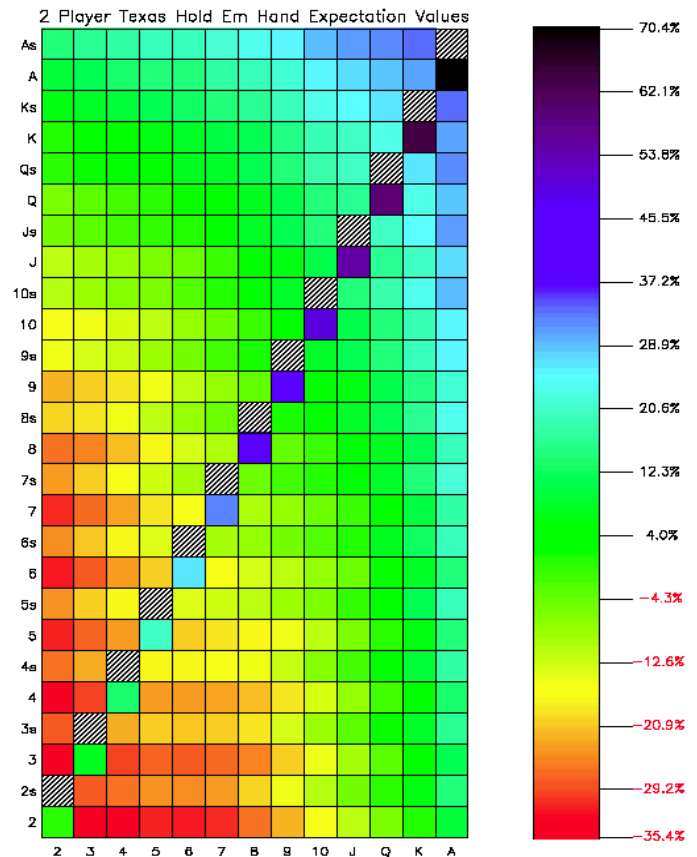
$$W = \sum_{i=tipekartu}^{11} CC * w(i)$$

- CC = Kombinasi kartu tipe I dari 2 kartu awal
- W(i) = Peluang kemenangan kartu jenis i

Anda dapat menentukan persentase kemenangan dari tahap awal dengan hanya membutuhkan 2 kartu awal yang dibagikan

oleh house. Secara statistic kartu awal dengan angka yang sama lebih memiliki persentase kemenangan yang lebih besar dikarenakan kartu tersebut memiliki kombinasi kartu (CC) tipe fullhouse, two pair, one pair, 3 of a kind dan 4 of a kind yang lebih besar.

Lalu kartu awal dengan symbol yang sama seperti King Hati dengan 3 Hati memiliki perentase kemenangan lebih besar pula dikarenakan memiliki kombinasi kartu (CC) tipe flush lebih besar sedikit. Meskipun sedikit berpengaruh ke dalam table tersebut. Persentase dapat dilihat di table dibawah ini dengan symbol s menandakan kartu dengan symbol yang sama



Gambar 3.2 Persentase Kemenangan saat Tahap Awal

Sumber : <https://wizardofodds.com/games/texas-hold-em/2-player-game/> (DIakses 3 Desember 2017)

D. Tahap Pembuka

Tahap ini juga memiliki persamaan yang sama dnegan tahap awal dikarenakan kombinasi kartu yang ada berkurang sesuai tahapnya. Pada tahap inilah pemain mengkalkulasikan ulang peluang kemenangan pemain tersebut. Hal ini dikarenakan aka nada 3 tambahan kartu yang sudah tetap sehingga kemungkinan kartu sisanya hanya bersisa 47 kartu yang tidak diketahui 3 kartu house dan 2 kartu pemain. Persentase kemenangan akan ditentukan dengan rumus berikut

$$W = \sum_{i=tipe\ kartu}^{11} CC * w(i)$$

Ini merupakan fungsi yang sama di awal namun CC merupakan kombinasi kartu suatu tipe dengan 5 kartu yang

sudah tetap dan 2 kartu sisa yang diharapkan.

E. Tahap Akhir dan Community

Lalu setelah *flop out* atau dalam istilah keluar 3 kartu dari house ini pemain juga dikenalkan oleh acuan baru dalam menentukan kemenangan yaitu angka persentase harapan . Persentase harapan ini adalah sebuah persentase yang dihasilkan bila pemain mengharapkan sebuah kombinasi tipe kartu.

$$P4 = \frac{nKartu}{45}$$

$$P5 = \frac{nKartu}{44}$$

$$P5 \cup P4 = P4 + P5 - P4 \cap P5$$

Berikut merupakan table yang dihasilkan dari rumus peluang yang penulis paparkan:

Outs	Hit On The Turn		Hit On The River		Hit On The Turn Or River	
	Percent For	Odds Against	Percent For	Odds Against	Percent For	Odds Against
1	2.13%	45.95 to 1	2.17%	45.08 to 1	4.26%	22.47 to 1
2	4.26%	22.47 to 1	4.35%	21.99 to 1	8.42%	10.88 to 1
3	6.38%	14.67 to 1	6.52%	14.34 to 1	12.49%	7.01 to 1
4	8.51%	10.75 to 1	8.70%	10.49 to 1	16.47%	5.07 to 1
5	10.64%	8.40 to 1	10.87%	8.20 to 1	20.35%	3.91 to 1
6	12.77%	6.83 to 1	13.04%	6.67 to 1	24.14%	3.14 to 1
7	14.89%	5.72 to 1	15.22%	5.57 to 1	27.84%	2.59 to 1
8	17.02%	4.88 to 1	17.39%	4.75 to 1	31.45%	2.18 to 1
9	19.15%	4.22 to 1	19.57%	4.11 to 1	34.97%	1.86 to 1
10	21.28%	3.70 to 1	21.74%	3.60 to 1	38.39%	1.60 to 1
11	23.40%	3.27 to 1	23.91%	3.18 to 1	41.72%	1.40 to 1
12	25.53%	2.92 to 1	26.09%	2.83 to 1	44.96%	1.22 to 1
13	27.66%	2.62 to 1	28.26%	2.54 to 1	48.10%	1.08 to 1
14	29.79%	2.36 to 1	30.43%	2.29 to 1	51.16%	.95 to 1
15	31.91%	2.13 to 1	32.61%	2.07 to 1	54.12%	.85 to 1
16	34.04%	1.94 to 1	34.78%	1.88 to 1	56.98%	.76 to 1
17	36.17%	1.76 to 1	36.96%	1.71 to 1	59.76%	.67 to 1
18	38.30%	1.61 to 1	39.13%	1.56 to 1	62.44%	.60 to 1
19	40.43%	1.47 to 1	41.30%	1.42 to 1	65.03%	.54 to 1
20	42.55%	1.35 to 1	43.48%	1.30 to 1	67.53%	.48 to 1

Kemungkinan ini dihasilkan dari kombinasi kartu yang memungkinkan dan sisa kartu yang belum ditunjukkan/masih tertutup. P4 (Hit On The Turn) dalam hal ini adalah peluang kemunculan kartu saat giliran 4th card lalu P5 (Hit On The River) adalah peluang kemunculan kartu saat community. Lalu P5UP4 merupakan peluang kemunculan kartu saat tahap akhir atau tahap community seperti teori inklusi eksklusif di atas.

Seperti contoh misalkan di tangan kita terdapat 2 kartu As dan di deck terdapat 4 *heart*, *jack spade*, dan *king heart*. Pemain mengharapkan kombinasi 3 kind of As dan di deck hanya 4th card dan community card yang belum terbuka. Sehingga dapat di kalkulasikan kemungkinan muncul As di 4th card dan community card adalah dgn rumus diatas dimana nKartu adalah 2 karena tersisa 2 As yang belum keluar.

Pemain lalu harus dapat mengkalkulasikan kemungkinan kemunculan masing-masing tipe kartu dan kemungkinan tipe kartu tersebut mengalahkan kartu lawan.

F. Kolerasi probabilitas dengan pola pikir A.I

Seperti yang sudah diketahui. AI ini akan memulai proses learningnya dengan cara melakukan simulasi secara mandiri dengan dirinya sendiri hingga menemukan pola pola yang menuntun dirinya dalam kemenangan permainan poker ini. Lalu proses AI tersebut mendapatkan pola reasoningnya adalah dengan berbagai percobaan simulasi yang dia lakukan. Lalu akan dikorelasikan dengan probabilitas kemenangan tiap deck kartu yang dia mainkan sehingga terbentuknya pola kemenangan saat suatu kombinasi persentase kartu ia mainkan.

Setelah menciptakan reasoning, AI ini akan mampu memecahkan berbagai permasalahan deck poker yang akan ia hadapi sesuai pola yang ia dapatkan saat proses reasoning. Lalu beberapa *specific case* juga dapat dia pecahkan seperti seorang lawan yang all-in di putaran pertama maka dia akan mengacu kepada persentase kemenangan sebuah kombinasi 2 kartu saat tahap pertama.

Dan yang terakhir perception AI ini pula akan terbentuk dengan sudah mampunya AI ini memecahkan berbagai jenis masalah sehingga dapat menciptakan sebuah relasi antar kondisi tiap kombinasi tiap deck dan persentase kemenangannya.

Secara terus menerus AI ini akan melanjutkan proses learningnya dengan melakukan berpuhulan juta permainan sehingga tercipta pola pikir yang stabil dilandaskan dengan pengetahuan awal AI ini dengan persentase-persentase kemenangan sebuah kombinasi kartu maupun persentase harapan kemunculan suatu tipe kartu berdasarkan kartunya dan deck yang ada

IV. KESIMPULAN

Sebuah permainan poker yang dikatakan penuh dengan tipu daya dan keberuntungan dalam memenangkannya ternyata dapat dipilah menjadi serangkaian permainan yang menggunakan ilmu kombinatorial dan peluang diskrit. Hal ini menunjukkan sebuah permainan ternyata dapat di sederhanakan menjadi serangkaian algoritma yang dapat dijadikan komputer atau dalam konteks ini AI sebagai landasan pola pikirnya. Lalu seperti yang sudah dipaparkan bukan hanya 1 cara menentukan persentase kemenangan sebuah deck poker yang ada, namun dapat ditentukan dari berbagai cara seperti persentase kemenangan yang ada di tangan maupun peluang kemunculan kartu selanjutnya. Hal kombinatorial ini juga mungkin dapat ditinggalkan lebih maju dalam menentukan kombinasi sebuah proses betting yang merupakan 4 jenis aksi dalam poker untuk menentukan hasil yang maksimal.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama penulis mengucapkan ucapan terima kasih kepada Allah SWT yang dengan izin dan rahmatnya mengizinkan penulis untuk membuat makalah ini dengan keadaan sehat wal'afiat.

Terima kasih pula dengan kedua orang tua penulis Bapak Hasnul Aziz dan Ibu Nurvita Trianasari dengan segala dorongan dari segi materil maupun moril yang mendorong penulis untuk terus giat dalam menuntut ilmu dan menjadi seorang yang bertanggung-jawab dan berguna untuk khalayak ramai kedepannya.

Penulis juga ucapkan terima kasih kepada teman-teman seperjuangan penulis sekalian yang tanpa kehebatan-kehebatan dan segala jenis inspirasi mereka bagi penulis tidak akan mendorong penulis menjadi seorang yang ingin berkompetisi secara sehat dengan teman-teman penulis.

Dan tidak dilupakan juga kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi Munir selaku dosen pengajar penulis dalam mata kuliah Matematika Diskrit ini yang selalu bersemangat dan menginspirasi dalam

berbagi ilmu-ilmunya yang sangatlah bermanfaat untuk penulis dan juga memberikan pengalaman-pengalaman unik yang penulis rasakan selama pengajaran beliau ini.

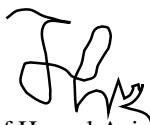
REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. 2006. Diktat Kuliah IF2120 Matematika Diskrit Edisi Keempat. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- [2] <https://wizardofodds.com/games/texas-hold-em/2-player-game/> (Diakses 3 Desember 2017)
- [3] http://www.alanturing.net/turing_archive/pages/reference%20articles/what%20is%20 (Diakses 3 Desember 2017)
- [4] <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2011-2012/Makalah2011/Makalah-IF2091-2011-097.pdf> (Diakses 3 Desember 2017)
- [5] <http://www.cardplayer.com/poker-tools/odds-calculator/texas-holdem> (Diakses 3 Desember 2017)
- [6] <http://888poker88.com/sejarah-dan-asal-usul-permainan-poker/> (Diakses 2 Desember 2017)
- [7] <http://www.meteor.iastate.edu/~jdduda/portfolio/492.pdf> (Diakses 2 Desember 2017)
- [8] <http://www.latimes.com/nation/great-reads/la-na-claudico-poker-20150521-story.html> (Diakses 2 Desember 2017)
- [9] <https://wizardofodds.com/games/texas-hold-em/2-player-game/> (Diakses 3 Desember 2017)

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, 3 Desember 2017



Thareq Muhammad Yusuf Hasnul Aziz
13516004