

LEARNING BAYESIAN NETWORK PADA GAME SPORT PINGPONG

Prama Azaria Nurhalim Putra¹, Nelly Indriani Widiastuti²

Program Studi Teknik Informatika. Universitas Komputer Indonesia.

Jl. Dipatiukur 112 – 114 Bandung

Email : ¹prama918@gmail.com , ²alifahth@yahoo.com

ABSTRAK

Game pingpong adalah salah satu game yang membutuhkan Non-Playable Character atau NPC. NPC yang menjadi musuh dalam permainan pingpong harus dapat memodelkan seorang pemain pingpong yang menerima dan melakukan serangan terhadap seorang player dengan tingkat akurasi atau kesesuaian arah pukulan yang sesuai dengan player. Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan sebuah metode untuk NPC agar dapat menentukan *behaviour* sehingga NPC menjadi lebih baik dengan akurasi serangan yang baik. *Bayesian Network* merupakan salah satu kecerdasan buatan yang digunakan untuk mengatasi hal – hal yang bersifat tidak pasti atau *uncertainty*. setiap *node* yang ada pada sebuah *graph* yang merepresentasikan sebuah *random variable* (variabel acak) , sedangkan *edges* (garis yang menghubungkan antar node) yang berada diantara node – node merepresentasikan probabilitas dependensi antara kesesuaian variabel – variabel acak[1]. Hasil pengujian implementasi pada game pingpong penggunaan Bayesian Network pada permainan pingpong terbukti efektif membuat NPC memiliki tingkat akurasi pukulan yang tinggi.

Kata Kunci : *Bayesian Network*, NPC, *Pingpong*, *Uncertainty*.

1. PENDAHULUAN

Dalam permainan pingpong, seorang NPC harus bisa memodelkan seorang pemain pingpong yang menerima dan melakukan serangan terhadap seorang player dengan tingkat akurasi atau kesesuaian arah pukulan yang sama dengan player. Serangan yang dilancarkan oleh NPC terhadap player ketika bola menghampiri pada umumnya bersifat *Uncertainty* (ketidakpastian). Ketidakpastian yang dimaksud disini adalah ketidakpastian posisi player dalam menentukan arah serangan yang dilancarkan oleh sebuah NPC melalui bola. Berdasarkan hal tersebut, dibutuhkan sebuah metode untuk NPC agar dapat menentukan *behaviour* sehingga NPC menjadi lebih baik dengan akurasi serangan yang baik. Serta perubahan *behaviour* sebuah NPC agar menjadi lebih pintar

dalam melakukan penembakan. Jaringan Bayes merupakan salah satu kecerdasan buatan yang digunakan dalam hal – hal yang bersifat *Uncertainty*

1.1 Bayes Theorem

Bayes Theorem atau *conditional probability* menerangkan hubungan antara probabilitas terjadinya peristiwa A dengan syarat peristiwa B telah terjadi dan probabilitas terjadinya peristiwa B dengan syarat peristiwa A telah terjadi [1].

Conditional Probability dari suatu peristiwa adalah probabilitas yang diperoleh dengan tambahan informasi bahwa beberapa peristiwa lain telah terjadi[2]. Teorema ini digunakan dalam statistika untuk menghitung peluang dari suatu hipotesis. Teorema ini didasarkan pada prinsip bahwa tambahan informasi dapat memperbaiki probabilitas.

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)P(B)}{P(A)} \quad (1)$$

dimana :

P (B) = Event dari B

P (A) = Event dari A

P (B | A) = kemungkinan dari B jika ada Event A

P (A | B) = kemungkinan dari A jika ada Event B

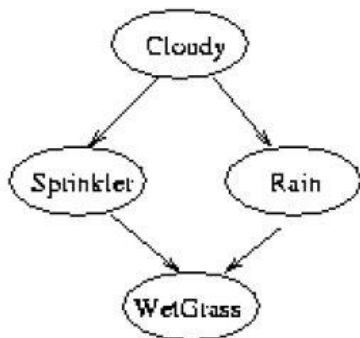
1.1.1 Bayesian Network

Bayesian networks (BNs) atau sering disebut juga sebagai *belief net-works* (atau *Bayes nets*) adalah sebuah probabilitas *graphical models* (GMs) dengan struktur grafik sebagai representasi dari *knowledge* pada domain yang bersifat *Uncertainty* (ketidakpastian). Khususnya, setiap *node* yang ada pada sebuah *graph* yang merepresentasikan sebuah *random variable* (variabel acak) , sedangkan *edges* (garis yang menghubungkan antar node) yang berada diantara node–node merepresentasikan probabilitas dependensi antara kesesuaian variabel – variabel acak [1]. Metode *Bayesian Network* cukup banyak digunakan pada ilmu statistik, *Machine Learning*, dan kecerdasan buatan yang lain .

Struktur dari sebuah *Directed Acyclic Graph* didefinisikan menjadi dua sets [5]:

1. *The set of nodes (Node)*
Node tersebut merepresentasikan variabel acak (*random variable*) dan berbentuk *circle* dengan label nama variabel tersebut.
2. *The set of directed edge*
Edge pada jaringan bayes disini merepresentasikan ketergantungan antara masing – masing variabel serta berbentuk garis (*arrows*) diantara *node – node* tersebut.

Dibawah ini adalah sebuah contoh jaringan bayes dimana terdapat *event Cloudy* atau mendung yang memiliki *child event* yaitu *sprinkler* dan *rain* pada gambar 1. Serta yang terakhir adalah *WetGrass*. Pada setiap *event* saling memiliki keterkaitan dengan yang lain. Contohnya adalah *event WetGrass* (rumput basah) memiliki probabilitas bernilai *true* berdasarkan *event sprinkler* (mesin penyiram rumput) ataupun karena *rain* (hujan) dan salah satu pada kedua *event* ini dapat bernilai *true* berdasarkan probabilitas kecerahan pada awan.



Gambar 1. Contoh Jaringan Bayes

1.1.2 Conditional Probability Table

Pada suatu probabilitas terdapat kondisi yang turut membatasi nilai probabilitas yang dihasilkan. Probabilitas ini disebut juga dengan probabilitas bersyarat. Syarat atau kondisi inilah yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan nilai probabilitas. Sebagai contoh sederhana adalah probabilitas pengambilan sebuah bola berwarna merah dari kotak A, dari 2 kotak (A dan B) yang memiliki konten yang berbeda (kotak A = 2 merah + 3 putih ; kotak B = 3 merah + 4 putih). Dalam contoh ini terdapat syarat yang secara implisit dapat dikatakan bahwa bola merah yang terambil harus berasal dari kotak A. Kotak A di sini menjadi acuan. Artinya yaitu kita harus melihat juga peluang kotak A dari kotak lainnya. Pada contoh ini dapat kita tentukan bahwa peluang kotak A dari kotak B adalah $1/2$. Sedangkan besar peluang

terambil bola merah dari kotak A sendiri yaitu $1/6$. Probabilitas kondisional ditentukan dari perbandingan peluang kejadian bersyarat dengan peluang syarat itu sendiri dari seluruh sampel yang ada. Sehingga pada contoh di atas, nilai probabilitas kondisional untuk terambilnya bola merah dari kotak A adalah perbandingan antara peluang terambilnya bola merah dari kotak A dari seluruh sampel dengan peluang terambilnya bola dari kotak A terhadap seluruh sampel. Atau kita tuliskan menjadi $(1/6) / (1/2) = 1/3$.

Conditional Probability Table (CPT) adalah salah satu cara untuk merepresentasikan dua parameter yang saling berkaitan. CPT disebut juga Two-Ways Table. Tujuan penggunaan CPT adalah untuk melihat relasi atau keterkaitan antara variabel-variabel[4].

1.2 Pingpong

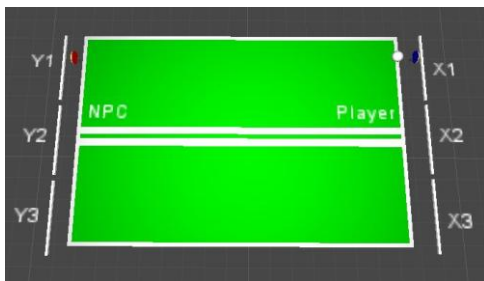
Tenis meja, atau ping pong adalah suatu olahraga raket yang dimainkan oleh dua orang (untuk tunggal) atau dua pasangan (untuk ganda) yang berlawanan. Permainan ini menggunakan raket yang terbuat dari papan kayu yang dilapisi karet yang biasa disebut bet, sebuah bola pingpong dan lapangan permainan yang berbentuk meja. Aturan permainan yang ada pada pingpong bila pemainnya tunggal, yaitu seorang server pertama kali harus melakukan servis yang baik, lalu penerima servis harus melakukan pengembalian bola yang baik dan kemudian setelah itu masing-masing harus melakukan pengembalian bola yang baik. Server adalah pemain yang memukul bola pertama kali dalam sebuah reli. Reli ialah keadaan ketika bola sedang dimainkan [3].

2. ISI PENELITIAN

2.1 Analisis

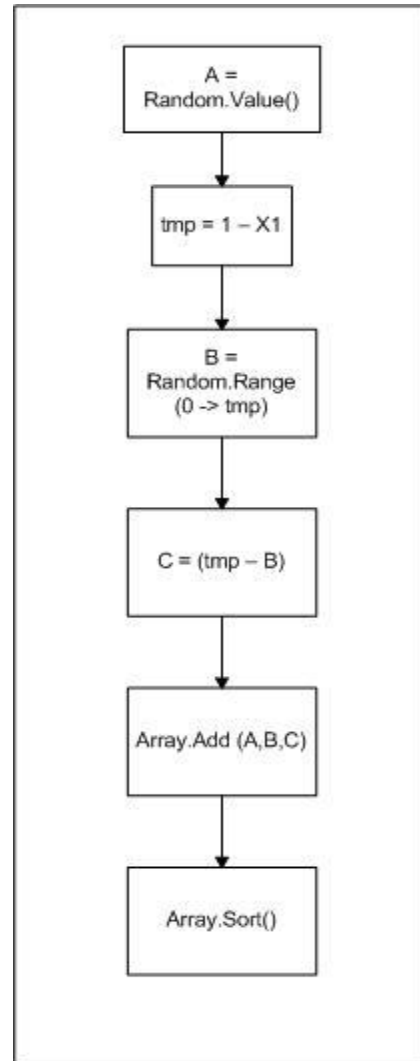
Bayesian Network merupakan pengembangan dari *Bayes Theorem* yang digunakan untuk mempelajari tentang probabilitas yang digambarkan pada sebuah model terhadap sebuah *Bayesian Network* dengan menspesifikasikan pada 2 hal, yaitu Topologi Graph dan nilai parameter dari setiap *node* melalui data[2]. Dalam game ini NPC dibuat sedemikian rupa agar dapat menyerupai *behavior Player* dalam memainkan permainan pingpong terutama dalam melakukan serangan. Serangan yang dilancarkan oleh NPC yang bersifat tidak pasti dalam menentukan arah. Dengan ini diharapkan *Bayesian Network* dapat melakukan perubahan terhadap *behaviour* yang terjadi pada NPC dengan ditambahkannya unsur probabilitas kedalamnya, sehingga NPC tersebut menjadi cerdas dalam memainkan *game* pingpong tersebut. Bayesian Network merupakan sebuah model grafik probabilitas dimana setiap *node* saling terhubung.

Graph dibentuk dengan node-node X1, X2, X3, Y1, Y2, dan Y3 sebagai posisi dimana player dan NPC memukul bola pingpong. Edge-edge dalam bayesian network sebagai arah pukulan bola dari node satu ke node lain. Variabel *node* X1, X2, X3, Y1, Y2, dan Y3 dimana nilai pada variabel tersebut didapat dari sebuah *Conditional Probability Table* (CPT) yang nilainya didapat dari Probabilitas Kondisional sesuai dengan kondisi yang terjadi pada alam sekitar atau pada kasus tertentu. Kasus yang terjadi dimana sebuah NPC melakukan penembakan bola, NPC akan menentukan arah penembakan oleh NPC. Area permainan dibagi 3 yaitu X1, X2, dan X3 dimana ketiga area tersebut memiliki sudut arah penembakan tersendiri sesuai dengan posisi player, ilustrasi area permainan dapat dilihat pada gambar 2.



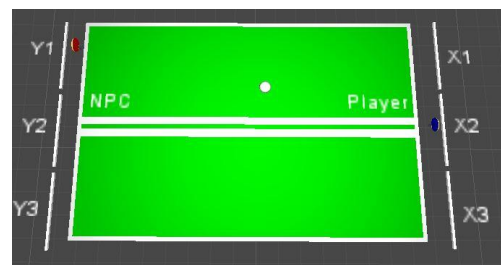
Gambar 2. Ilustrasi Area Permainan1

Nilai awal pada ketiga *node* tersebut yang ada pada gambar 2 didapat secara acak (*random*) dimana terdapat batasan pada proses pengacakan berdasarkan dengan kondisi tertentu. Hal tersebut mengacu kepada posisi Player dan NPC. Posisi Player memiliki nilai kondisional paling kecil diantara area yang lain karena dalam kondisi tersebut penembakan harus dilakukan dengan selisih jarak jauh dari jangkauan Player. Kondisi dimana *player* berada pada X1 dan posisi NPC pada Y1 maka didapat batasan $X3 > X2 > X1$. Flowchart untuk batasan tersebut dapat dilihat pada gambar 3. Ilustrasi pada gambar 2 dimana posisi Player berada pada X1 dan NPC pada Y1. Sebagai contoh, nilai kondisional pada kondisi tersebut sesuai dengan batasan pengacakannya adalah $X1 = 0.122$, $X2 = 0.312$, $X3 = 0.566$. Hal tersebut berlaku apabila posisi *player* berada pada X1 dan posisi NPC berada pada Y1.



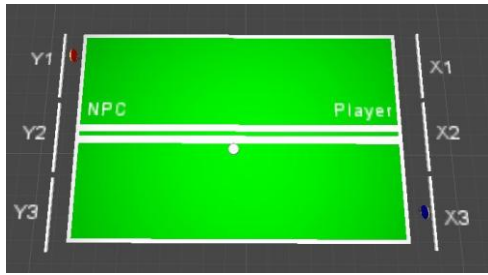
Gambar 3. Flowchart random SideNode

Kondisi dimana *player* berada pada X2 dan posisi NPC pada Y1 maka didapat batasan $X1 > X2 < X3$. Ilustrasi posisi player dan NPC dapat dilihat pada gambar 6. Nilai kondisional pada kondisi tersebut sesuai dengan batasan pengacakannya adalah $X1 = 0.36$, $X2 = 0.28$, $X3 = 0.36$.



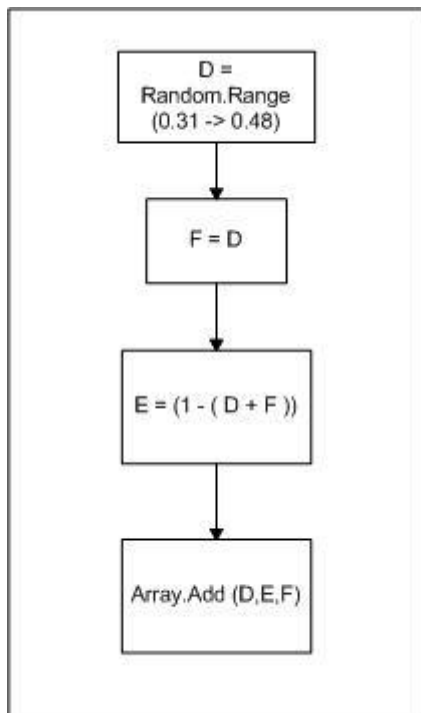
Gambar 4. Ilustrasi Area permainan2

Kondisi *player* berada pada X3 serta NPC Y1 yaitu $X3 < X2 < X1$.



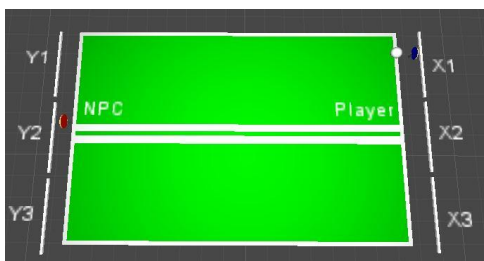
Gambar 5. Ilustrasi Area permainan3

Gambaran random untuk posisi tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 6. Flowchart Random MidNode

Sebagai gambar game, berikut adalah analisis yang berkaitan dengan metode yang digunakan. Kasus yang akan digunakan digambarkan pada gambar 7.



Gambar 7. Kasus Area Permainan

Arena permainan dibagi menjadi 3 bagian. Pembagian tersebut dipengaruhi oleh lebar dari

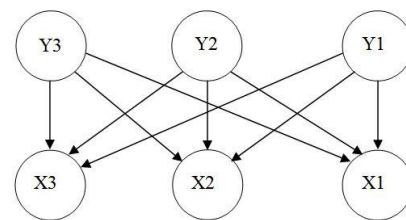
meja pingpong terhadap vektor y, jika diketahui meja pingpong berada pada vektor $y = -90$ sampai dengan 90 maka masing – masing bagian memiliki 60 atau lebar meja pingpong sama dengan $y = 180$, maka agar dapat terbagi kedalam tiga bagian, masing masing bagian mendapat nilai $y = 60$ dengan titik tengah dimulai dari 0 . Range posisi untuk masing-masing player dan NPC dapat dilihat pada tabel 1. Berikut ini adalah pembagian bagian vektor y terhadap masing – masing node.

$$\text{Lebar sudut meja pingpong } y = \frac{180}{3} = 60. \quad (2)$$

Tabel 1. Range posisi player dan NPC

Kode Posisi	Range vektor y
Y1	31 sampai dengan 90
Y2	-30 sampai dengan 30
Y3	-31 sampai dengan -90
X1	31 sampai dengan 90
X2	-30 sampai dengan 30
X3	-31 sampai dengan -90

Gambar 6. adalah jaringan bayes berdasarkan pada node X1, X2, dan X3 dimana masing – masing node memiliki parent node Y1, Y2, dan Y3.



Gambar 8. Jaringan Bayes Game Pingpong

Berikut ini adalah penyelesaian contoh kasus yang ada pada gambar 8. menggunakan *Teorema Bayes* dimana posisi *player* berada pada X1 dan posisi NPC berada pada Y1.

$$\begin{aligned}
 P(Y1 | X1) &= \frac{P(X1 | Y1) P(Y1)}{P(X1)} \quad (3) \\
 &= \frac{P(X1 | Y1) P(Y1)}{P(X1 | Y1) P(Y1) + P(X1 | Y2) P(Y2) + P(X1 | Y3) P(Y3)}
 \end{aligned}$$

Conditional Probability Table node X terhadap *parent* Y pada ilustrasi kasus di atas dapat dilihat pada tabel 2. dan node *parent* Y di tabel 3. Nilai yang didapat di peroleh secara random dengan ketentuan sesuai pada ilustrasi gambar 3. dimana nilai *node parent* Y didapat sesuai dengan ketergantungan posisi NPC saat melakukan penembakan dan *node child* atau *node* X1, X2, X3

yang diperoleh dengan ketentuan nilai yang paling besar adalah nilai dengan *node* yang paling jauh dengan *player*.

Tabel 2. Node X terhadap Parent Y1

Player \ NPC	X1	X2	X3
Y1	0.122	0.312	0.566
Y2	0.36	0.28	0.36
Y3	0.566	0.312	0.122

Tabel 3. Node Parent Y

Y1	Y2	Y3
0.333	0.333	0.333

$$P(Y1 | X1) = \frac{P(X1 | Y1) P(Y1)}{P(X1)}$$

$$= \frac{0.122 (0.3)}{0.122 (0.333) + 0.36 (0.333) + 0.566 (0.333)}$$

$$= \frac{0.0366}{0.0366 + 0.1248 + 0.1698} = \frac{0.0366}{0.3312} = 0.110 = 11\%$$

Menggunakan rumus 1.3 maka diperoleh NPC memiliki kemungkinan 11% akan menembakkan bola ke sudut X1 terhadap Player.

Begitupun juga dengan probabilitas terhadap sudut X2 dimana $P(Y1 | X2)$

$$P(Y1 | X2) = \frac{P(X2 | Y1) P(Y1)}{P(X2)}$$

Maka NPC memiliki kemungkinan 32,9% akan menembakkan bola ke sudut X2 terhadap Player.

Kemudian probabilitas terhadap sudut X3 dimana $P(Y1 | X3)$

$$P(Y1 | X3) = \frac{P(X3 | Y1) P(Y1)}{P(X3)}$$

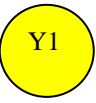

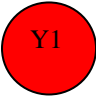
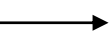
Maka NPC memiliki kemungkinan 51,3% akan menembakkan bola ke sudut X3 terhadap Player.

Hasil perhitungan akan dibandingkan dan dicari yang terbesar, sehingga area itu lah yang akan menjadi sasaran pukulan NPC

2.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melakukan semua kasus beserta proses learning. Proses learning dapat dilihat pada tabel 6. Sebelumnya akan dilakukan penjelasan mengenai node yang terkait dan berhubungan pada tabel 4. Kemudian penjelasan mengenai proses akurasi pada tabel 5.

Tabel 4. Penjelasan Node terkait

No	Node	Keterangan
1		Node awal
2		Node tujuan
3		Node yang tidak terkait
4		Node yang terdapat player
5		Arah penembakan

Tabel 5. Penjelasan tingkat akurasi

No	Tingkat Akurasi	Keterangan	Ilustrasi
1	Rendah	Dikatakan rendah apabila arah tembakan diarahkan pada posisi player berada	
2	Normal	Dikatakan normal apabila arah tembakan diarahkan sedikit jauh dari posisi player berada	
3	Tinggi	Dikatakan tinggi apabila arah tembakan diarahkan jauh dari posisi player berada	

Tabel 6. Tingkat akurasi pada setiap kasus

Kasus	Iterasi 1	Iterasi 2	Iterasi 3	Iterasi 4	Iterasi 5	Iterasi 6
1	Normal	Tinggi	Tinggi	Tinggi		
2	Rendah	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
3	Tinggi	Tinggi				
4	Rendah	Normal	Tinggi	Tinggi		
5	Rendah	Normal	Normal	Normal		
6	Tinggi	Tinggi				
7	Rendah	Normal	Tinggi	Tinggi	Tinggi	
8	Rendah	Normal	Normal			
9	Tinggi	Tinggi				

3. PENUTUP

3.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian dan implementasi *Learning Bayesian Network* pada *3D game sport pingpong*, maka dapat diambil kesimpulan bahwa *Bayesian Network* dapat berpengaruh terhadap pilihan aksi yang dilakukan oleh NPC sehingga akurasi penembakan bola berdasarkan hasil *Bayes Theorem* dan *Bayesian Network* dapat merubah *behavior* pada NPC agar menjadi lebih baik. Hal tersebut terjadi ketika proses iterasi pada *Bayesian Network* berlangsung.

3.2 Saran

Saran yang dapat dikemukakan agar menjadi bahan masukan dan pertimbangan seperti batasan pada papan permainan diperhitungkan. Pada permainan pingpong yang sesungguhnya, point untuk pemain juga dipengaruhi oleh masuk atau keluarnya bola dari batasan. Ketika bola keluar dari papan permainan, hal tersebut akan menambahkan poin pada lawan juga berpengaruh terhadap proses iterasi dan tingkat akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mario, F Triola. "Bayes Theorem." *WashingtonUniversity*. <http://faculty.washington.edu/tamre/BayesTheorem.pdf> (diakses March 13, 2014).
- [2]. Ruggeri F, Faltin F, Kenett R. "Bayesian Network." *Tel Aviv University*. 2007. www.eng.tau.ac.il/~bengal/BN.pdf (diakses March 12, 2014).
- [3]. *Table Tennis Official Rules and Quick Guide*. <http://www.pongworld.com/> (diakses March 13, 2014).
- [4]. Conditional Probability and Table. <http://jcsites.juniata.edu/faculty/stenson/-MA103/topic19.htm> (diakses March 12, 2014)
- [5]. Murphy, K. (1998). *A Brief Introduction to Graphical Models and Bayesian Networks*. Dipetik March 12, 2014, dari University of British Columbia: <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bnintro.html>