

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA BOIDS DAN COLLISION AVOIDANCE PADA PERGERAKAN NPC DALAM GAME 2D BERBASIS WEB

Oleh:
Nama: Rodo Maxmilano

NIM: 55160186

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer

Program Studi Teknik Informatika



KWIK KIAN GIE
SCHOOL OF BUSINESS

**INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA KWIK KIAN GIE
JAKARTA**

JANUARI 2020



KWIK KIAN GIE
SCHOOL OF BUSINESS

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

PENGESAHAN

**ANALISIS DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA BOIDS DAN
COLLISION AVOIDANCE PADA PERGERAKAN NPC DALAM
GAME 2D BERBASIS WEB**

Diajukan Oleh:


Nama: Rodo Maxmilano

NIM: 55160186

Jakarta, 20 Maret 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Richard Vinc N. Santoso, S.TI., M.T.I.

INSTITUT BISNIS dan INFORMATIKA KWIK KIAN GIE

JAKARTA 2020



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

PENGESAHAN

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI ALGORITMA BOIDS DAN *COLLISION AVOIDANCE* PADA PERGERAKAN NPC DALAM GAME 2D BERBASIS WEB

Diajukan Oleh:

Nama: Rodo Maxmilano

NIM: 55160186

Jakarta, 27 Januari 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing

Richard Vinc N. Santoso, S.TI., M.T.I.

INSTITUT BISNIS dan INFORMATIKA KWIK KIAN GIE

JAKARTA 2020



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



ABSTRAK

Rodo Maxmilano/55160186/2020/Implementasi Algoritma Boids dan *Collision Avoidance* Pada Pergerakan NPC Dalam *Game* 2D Berbasis Web/Richard Vinc N. Santoso

Sering dengan perkembangan pembuatan permainan komputer, penerapan kecerdasan buatan meningkat dengan pesat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mencari efektivitas gerombolan *Non-Player Character* dengan algoritma Boids agar tidak saling bertabrakan. Penelitian ini juga bertujuan untuk mencari tahu berapa waktu yang ditempuh oleh gerombolan *Non-Player Character* saat menggunakan algoritma Boids dan *Collision Avoidance* beserta mencari tahu apakah semakin banyak jumlah *Non-Player Character* dapat mengurangi performa yang dihasilkan oleh komputer.

Peneliti mempelajari teori yang berkaitan dengan algoritma Boids dan juga melakukan studi pada jurnal penelitian terdahulu yang memakai algoritma Boids. Studi ini dilakukan untuk mengumpulkan data bagaimana algoritma Boids dapat diimplementasikan ke objek NPC dengan mempelajari hasil penelitian tersebut.

Peneliti memberikan gambaran umum bagaimana NPC dalam permainan komputer dapat bergerak dengan menunjukkan contoh algoritma pergerakan terhadap NPC yang mengejar NPC lainnya. Peneliti juga menggunakan metode *Waterfall* untuk menjalankan penelitiannya. Metode *Waterfall* tersebut memiliki urutan proses yaitu adalah perencanaan, analisis, perancangan dan pemograman, pengujian dan implementasi. Algoritma Boids memiliki 3 aturan utama yaitu *Separation*, *Alignment* dan juga *Cohesion*.

Peneliti melakukan eksperimen algoritma Boids, peneliti melakukan eksperimen dengan melakukan eksperimen dengan algoritma Boids dan juga dengan ditambah *Collision Avoidance* pada eksperimennya. Pada eksperimen menggunakan algoritma Boids peneliti mengubah variabel *Separation*, *Cohesion* dan juga *Alignment* sesuai nilai yang ditentukan. Dari data yang dihasilkan dapat dilihat bahwa dengan diimplementasikannya algoritma Boids dapat menurunkan jumlah NPC yang bertabrakan dan membuktikan bahwa makin banyak *boids* dapat menurunkan performa komputer. Eksperimen ini juga membuktikan bahwa semakin banyak NPC *Boids* yang ada, performa komputer akan menurun dilihat dari rata-rata *Frame rate* yang dihasilkan.

Dari penelitian yang dilakukan, dapat dibuktikan algoritma Boids yang dibantu dengan *Collision Avoidance* dapat mengurangi tabrakan pada kelompok *boids* yang saling berdekatan. Eksperimen membuktikan bahwa semakin banyak jumlah NPC *Boids* dapat mengurangi performa yang dihasilkan oleh komputer dengan melihat nilai rata-rata dari *Frame Rate* per detik yang dihasilkan.

Kata kunci: NPC, *game*, kecerdasan buatan, Algoritma boids, *Collision Avoidance*, *Flocking*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

ABSTRACT

Rodo Maxmilano/55160186/2020/Implementation of Boids and Collision Avoidance Algorithms in NPC Movement in 2D Web-Based Games /Richard Vinc N. Santoso

Along with the development of making computer games, the application of artificial intelligence is increasing rapidly. This research asks to be discussed and seek help from the Non-Players Character Group with the Boids algorithm so that they do not collide with each other. This study also aims to find out how much time is taken by the Non-Player Character when using Boids and Collision Avoidance algorithm and find out whether increasing the number of Non-Player Characters can reduce the performance generated by the computer.

Researchers study theories related to the Boids algorithm and also conduct studies in previous research journals that use the Boids algorithm. This study was conducted to collect data on how the Boids algorithm can be implemented on NPC objects by studying the results of the research.

Researchers provide a general description of how NPCs in computer games can move by showing examples of movement algorithms towards NPCs that are chasing other NPCs. Researchers also use the Waterfall method to carry out their research. The Waterfall method has a sequence of processes namely planning, analysis, design and programming, testing and implementation. Boids algorithm has 3 main rules, namely Separation, Alignment and Cohesion.

Researchers conducted the Boids algorithm experiment, the researchers conducted experiments by experimenting with the Boids algorithm and also by adding Collision Avoidance to the experiments. In the experiment using the Boids algorithm the researcher changed the Separation, Cohesion and Alignment variables according to the specified values. From the data generated it can be seen that implementing the Boids algorithm can reduce the number of colliding NPCs and prove that more boids can reduce computer performance. This experiment also proves that the more NPC Boids there are, the performance of the computer will decrease as seen from the average frame rate generated

From the conducted research, it can be proven that the Boids algorithm which is assisted by Collision Avoidance can reduce collisions in groups of boids that are close to each other. The experiments prove that increasing the number of Boids NPC can reduce the performance generated by a computer by looking at the average value of the Frame Rate per second produced.

Keywords: NPC, game, artificial intelligence, boids algorithm, Collision Avoidance, Flocking ch other. Experiments require that the greater number of NPC Boids can reduce the performance generated by a computer by looking at the average value of the Frame Rate per second produced.

Keywords: NPC, game, artificial intelligence, boids algorithm, Collision Avoidance, Flocking





KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas berkat dan pertolongannya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana jurusan Teknik Informatika pada Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie. Dalam mengerjakan karya skripsi ini banyak sekali rintangan yang harus saya hadapi, tanpa bantuan dari berbagai pihak, sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Roni Paolo Marpaung ayah tercinta, Martha Iriani Ritonga Ibunda tercinta dan Maureen Rosabel Marpaung adikku tercinta sebagai keluarga yang telah memberikan doa dan dukungan penuh selama saya mengerjakan skripsi ini.
2. Bapak Richard Vinc N. Santoso, S.TI., M.T.I. selaku dosen pembimbing dan Ketua Program Studi Teknik Informatika Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie yang telah menyediakan waktu dan tenaga untuk membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Yunus Fadhilah Soleman, S.Kom, M.Kom. selaku dosen pembimbing pada saat awal saya melakukan bimbingan skripsi.
4. Dwi Marpaung, Naboru tersayang yang selalu memberikan doa, dukungan dan nasehat selama saya mengerjakan skripsi ini.
5. Reymartin Reza Pratama selaku teman dekat terbaik yang telah membantu dengan memberi banyak dukungan dan bantuan selama saya mengerjakan skripsi.
6. Geraldin Everdin Pua selaku teman dekat dan seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi yang telah memberikan dukungan dan bantuan.
7. Adbert Lijanto selaku teman dekat yang memberikan saya bantuan saat mengerjakan skripsi ini.



8. Teman-teman dekat yang tidak dapat disebut satu persatu yang selalu memberikan semangat.
9. Teman-teman jurusan Teknik Informatika angkatan 2016 yang telah berjuang bersama-sama saat melakukan perkuliahan.
10. Teman-teman jurusan lain maupun teman luar kampus yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah memberikan semangat dan bantuan.

Semoga Tuhan membalas segala kebaikan yang telah mereka berikan kepada saya, baik berupa moril maupun materiil.

Penulis

Rodo Maxmilano

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
A. NPC (<i>Non-Player Character</i>)	5
B. Algoritma Boids	6
C. <i>Collision Avoidance</i>	11
D. <i>Steering Behavior</i>	12
E. Library p5.js	13
F. Sejarah Algoritma Boids	14
BAB III ANALISIS SISTEM YANG BERJALAN	38
A. Gambaran Umum Objek Penelitian	38
B. Analisis Kesenjangan	40
C. Metodologi Penelitian	42
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	46
A. Perancangan dan Analisis	46
B. Pemograman	66
C. Pengujian	77
D. Implementasi	88
E. Hasil Implementasi	105
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	109
A. Kesimpulan	109
B. Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN	115



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Tabel Penjelasan Simbol Separation	8
Tabel 2. 2	Tabel Penjelasan Simbol Alignment	9
Tabel 2. 3	Tabel Penjelasan Simbol <i>Cohesion</i>	10
Tabel 2. 4	Tabel Penjelasan Simbol <i>Collision Avoidance</i>	12
Tabel 2. 5	Tabel rangkuman penelitian terdahulu yang memakai algoritma Boids beserta kesimpulannya.....	34
Tabel 4. 1	Tabel Penjelasan Variabel Utama Dalam Simulasi	49
Tabel 4. 2	Tabel Penjelasan Variabel Utama Dalam Simulasi Dengan Algoritma Boids... 50	
Tabel 4. 3	Tabel Nilai Variabel Utama Dalam Simulasi Dengan Algoritma Boids.....	50
Tabel 4. 4	Tabel Penjelasan Variabel Utama Dalam Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance	52
Tabel 4. 5	Tabel Nilai Variabel Utama Dalam Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance	53
Tabel 4. 6	Tabel Penjelasan Variabel Utama Dalam Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance Dengan Jumlah Boids Yang Berbeda Tiap Simulasinya.....	56
Tabel 4. 7	Tabel Nilai Variabel Utama Dalam Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance Dengan Jumlah Boids Yang Berbeda Tiap Simulasinya.....	57
Tabel 4. 8	Tabel Data Simulasi Tanpa Algoritma Boids.....	77
Tabel 4. 9	Tabel Berisikan Data Yang Didapat Setelah Melakukan Simulasi Dengan Algoritma Boids	79
Tabel 4. 10	Tabel Berisikan Data Yang Didapat Setelah Melakukan Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance.....	83
Tabel 4. 11	Tabel Berisikan Data Spesifikasi Perangkat Keras Dan Lunak Komputer Yang Digunakan Untuk Melakukan Simulasi.....	86
Tabel 4. 12	Tabel Berisikan Data Dari Hasil Simulasi Dengan Jumlah Boids Yang Berbeda Tiap Perasinya	87





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Contoh Gambar Ilustrasi Separation.....	7
Gambar 2. 2	Contoh Gambar Ilustrasi <i>Alignment</i>	8
Gambar 2. 3	Contoh Gambar Ilustrasi <i>Cohesion</i>	10
Gambar 2. 4	Gambar ilustrasi <i>Seek</i> dan <i>Flee</i>	13
Gambar 2. 5	Desain Pergerakan Burung Oleh Craig W. Reynold.	15
Gambar 2. 6	Jepletan Foto <i>Flocking</i> Dengan Split/Rejoin/Squeezing Manuever.....	17
Gambar 2. 7	Gas Beracun Menyebar Ketika Orang Berusaha Melarikan Diri. Orang-Orang Dalam Figur Bewarna Putih Telah Menyerap Dosis Gas Yang Mematikan.....	18
Gambar 2. 8	Jepletan Foto Simulasi Orang-orang yang telah tinggal dalam waktu lama di dalam gas telah dikurangi kemampuannya dan bergerak lebih lambat daripada yang lain.	19
Gambar 2. 9	<i>Boids</i> Disederhanakan Menjadi Bola Dengan Vektor <i>Heading</i> Dan Jejaknya Ditampilkan. Gambar Kiri Menunjukkan Tampilan Luar Dan Kanan Tampilan Dari Sisi <i>Boid</i>	20
Gambar 2. 10	Pandangan Artistik Dari Penggunaan Segerombolan <i>Micro Air Vehicles</i> (MAV) Untuk Membangun Jaringan Komunikasi Antara Stasiun Pengguna Yang Terletak Di Darat	22
Gambar 2. 11	Tangkapan Layar Dengan Antarmuka Pengguna Untuk Mensimulasikan Perilaku Evakuasi.	24
Gambar 2. 12	Distribusi Cluster Dalam Waktu Linier, Masing-masing Warna Mewakili Sejumlah <i>Boids</i> Mulai Dari 4.096 (kuning) Hingga 32.768 (biru).....	26
Gambar 2. 13	3D Histogram Pendudukan Ruang Dengan 4096 <i>boids</i>	26
Gambar 2. 14	Contoh Ilustrasi Simulasi Kerumunan Panik Di Lingkungan Tertentu.....	27
Gambar 2.15	Design Main Target Simulasi	28
Gambar 2. 16	Hasil Simulasi Dengan 16.384 Individu	29
Gambar 2. 17	Hasil Simulasi Dengan 131.072 Individu. Beberapa Kawanan Terdiri Dari Sejumlah Besar Individu Dengan Pola Filamen Kecil. Kawanan Besar Dan Menengah Bergerak Lebih Lambat.	30
Gambar 2. 18.	Distribusi Tertimbang Yang Dihitung Untuk Iterasi Yang Berbeda Dari File Kapasitas Tercatat.....	31
Gambar 2. 19	Contoh Perilaku Yang Ditampilkan Oleh Pengontrol Berkinerja Tinggi Berekvolusi Dalam Pengaturan Global, Dengan 5, 8, 11 dan 16 Robot, Dari Kiri Ke Kanan. Dapat Dilihat Bahwa Robot Mengembangkan Strategi Membuat Arah Putaran.....	33

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Gambar 3.1 Gambar <i>Flowchart</i> Pergerakan NPC	38
Gambar 3.2 Gambar Algoritma NPC Dalam Melakukan Pergerakan.....	39
Gambar 3.3 Gambar <i>Flowchart</i> Bagaimana Algoritma Boids Berjalan	41
Gambar 3.4 Gambar Ilustrasi Urutan Dari Metode Waterfall	42
Gambar 4.1 Gambar Desain Tampilan Aplikasi Simulasi.....	46
Gambar 4.2 Gambar <i>Flowchart</i> Simulasi Tanpa Menggunakan Algoritma	48
Gambar 4.3 Gambar <i>Flowchart</i> Simulasi Dengan Algoritma Boids	51
Gambar 4.4 Gambar <i>Flowchart</i> Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance	54
Gambar 4.5 Gambar <i>Flowchart</i> Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance Dengan Jumlah Boids Yang Berbeda.....	58
Gambar 4.6 Gambar <i>Flowchart</i> Bagaimana Sistem Game Berjalan	61
Gambar 4.7 Gambar Desain Tampilan Saat Game Berjalan	62
Gambar 4.8 Gambar <i>Flowchart</i> Desain Sistem King Cebong Saat Game Berjalan.....	63
Gambar 4.9 Gambar <i>Flowchart</i> Desain Sistem NPC Cebong Saat Game Berjalan	64
Gambar 4.10 Gambar <i>Flowchart</i> Desain Sistem NPC Predator Saat Game Berjalan	65
Gambar 4.11 Gambar Tangkapan Layar Saat Menjalankan Smulasi Tanpa Algoritma Boids Iterasi Ke 3.....	78
Gambar 4.12 Gambar Tangkapan Layar Saat Menjalankan Simulasi Tanpa Algoritma Boids Iterasi Ke 13.....	78
Gambar 4.13 Gambar Tangkapan Layar Saat Menjalankan Simulasi Dengan Algoritma Boids Iterasi Ke 9	81
Gambar 4.14 Gambar Tangkapan Layar Saat Menjalankan Simulasi Dengan Algoritma Boids Iterasi ke 3	81
Gambar 4.15 Gambar Tangkapan Layar Saat Menjalankan Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance Iterasi Ke 15	84
Gambar 4.16 Gambar Tangkapan Layar Saat Menjalankan Simulasi Dengan Algoritma Boids dan Collision Avoidance Iterasi Ke 13	85
Gambar 4.17 Gambar Tangkapan Layar Saat Game Dimainkan, Dapat Dilihat Bahwa NPC Predator Sedang Mentarget NPC Cebong	105
Gambar 4.18 Gambar Tangkapan Layar Saat Game Dimainkan, Terdapat 21 NPC Cebong dan Sedang Melakukan Flocking	106

Hak Cipta milik IBIKKG Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

Gambar 4. 19 Gambar Tangkapan Layar Saat Game Selesai Dan Pemain Kalah Karena NPC Predator Menyentuh King Cebong 106

Gambar 4. 20 Gambar Tangkapan Layar Saat Game Selesai Dan Pemain Menang.....107

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.