

**MENGIMPLEMENTASIKAN *QUADTREE* UNTUK  
MENGOPTIMALKAN *COLLISION DETECTION***

Skripsi



oleh

**RONAL**

**22104989**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
YOGYAKARTA

2015

**MENGIMPLEMENTASIKAN *QUADTREE* UNTUK  
MENGOPTIMALKAN *COLLISION DETECTION***

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana

Sebagai Salah Satu Syarat daam Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh

RONAL

22104989

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA  
YOGYAKARTA

2015

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

### **MENGIMPLEMENTASIKAN QUADTREE UNTUK MENGOPTIMALKAN COLLISION DETECTION**

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi kesarjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 12 Juni 2015



RONAL  
22104989

## HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : MENGIMPLEMENTASIKAN QUADTREE UNTUK  
MENGOPTIMALKAN COLLISION DETECTION

Nama Mahasiswa : RONAL

N I M : 22104989

Matakuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2014/2015

Telah diperiksa dan disetujui di  
Yogyakarta,  
Pada tanggal 12 Juni 2015

Dosen Pembimbing I



R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.

Dosen Pembimbing II



Hendro Setiadi, M.Eng

## HALAMAN PENGESAHAN

### MENGIMPLEMENTASIKAN QUADTREE UNTUK MENGOPTIMALKAN COLLISION DETECTION

Oleh: RONAL / 22104989

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta  
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Komputer  
pada tanggal 10 Juni 2015


Yogyakarta, 12 Juni 2015  
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. R. Gunawan Santosa, Drs. M.Si.
2. Hendro Setiadi, M.Eng
3. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom.
4. Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.



  
Dekan  
  
(Budi Susanto, S.Kom., M.T.)

Ketua Program Studi  
  
(Gloria Virginia, Ph.D.)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis Panjatkan ke Hadirat Tuhan Yesus yang senantiasa memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Oleh karena itu segala kritikan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada kita sekalian.

Yogyakarta, 24 Mei 2015

Penulis

## INTISARI

### MENGIMPLEMENTASIKAN *QUADTREE* UNTUK MENGOPTIMALKAN *COLLISION DETECTION*

Collision detection merupakan persoalan yang sangat berpengaruh dalam hal kecepatan dalam beberapa game khususnya game-game yang memiliki jumlah objek yang banyak dan saling bertumbukan. Karena hal inilah penulis memiliki inisiatif untuk melakukan penelitian dengan menerapkan metode Quadtree dalam menyelesaikan persoalan Collision Detection sehingga masalah kecepatan dapat teratasi. Untuk membuktikan bahwa metode Quadtree dapat menyelesaikan persoalan Collision Detection maka penulis membandingkan dengan metode yang sering digunakan yaitu Brute force.

Penelitian dilakukan dengan membuat simulasi *Collision Detection* dengan jumlah objek yang bervariasi sebanyak 30 sampel. Dalam penelitian tersebut dapat diketahui Jumlah Pengecekan, FPS (*Frame Per Second*) dan ms (*millisecond*) dari kedua metode tersebut.

Dengan membandingkan jumlah pengecekan, nilai FPS dan nilai ms diperoleh bahwa Quadtree memiliki tingkat kecepatan yang lebih cepat dalam *Collision Detection* dibandingkan dengan *Brute force*.

**Kata Kunci** : *quadtree, brute force, collision detection, frame per second, millisecond.*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyusun tugas akhir ini dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya tugas akhir ini tak lepas dari campur tangan berbagai pihak. Untuk itulah penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si. selaku dosen pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan selama penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Hendro Setiadi, M.Eng selaku dosen pembimbing II, yang juga telah banyak memberikan bimbingan, masukan dan arahan selama penyusunan dan penulisan tugas akhir ini.
3. Kepada keluarga tercinta, Bapak Ibu dan ketiga adik yang selalu memberikan dukungan, semangat, doa, dana dan motivasi sampai akhirnya penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Tak lupa penulis berterima kasih kepada Widyastuti Renaningsih atas semua dukungan, motivasi dan tiada henti selalu mengingatkan untuk segera menyelesaikan tugas akhir yang membosankan ini.
5. Kepada teman - teman Ikatan Mahasiswa dan Pelajar Kota Palopo (IMAPA) terkhusus kepada kanda Musliadi, Hardi, Fahmi, Lulu atas sharingnya, hiburannya dikala penulis mulai bosan dan jenuh dalam penulisan tugas akhir ini.



6. Kepada teman - teman Ikatan Keluarga Pelajar Mahasiswa Luwu Utara Sulawesi Selatan Yogyakarta (IKAPMAL) dan Perhimpunan Putera/Puteri Luwu Sulawesi Selatan (PERHIPLA), terutama kepada Acho, Jabrik, Wanda, Sony, Isel, Parjo, Bayu, Ainun dkk atas bantuan dan dukungannya.
7. Kepada teman-teman jurusan Teknik Informatika 2010 terkhusus kepada kelas gokil Ann, Barep, Bagus, Bastio, Didit, Dodo, Hendra\_nyong, Henrichi, Ibo, Intan, Igres, Kevin, Mahendra, Mauren, Prima, Riko, Roby, Sipenk, Supri, Vinsen dkk yang senantiasa memberikan masukan.
8. Kepada rekan-rekan sekerja di icube online yang selalu menanyakan "kapan lulus?", sehingga saya semakin bersemangat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Kepada Poppy, kucing kesayangan yang selalu menemani dengan manja dan setiap malam begadang menemani penulis membuat dan menyusun tugas akhir ini.
10. Segenap staff dan pegawai Kampus
11. Dan semuanya yang berperan penting dalam penyelesaian tugas akhir yang penulis tidak bisa sebutkan namanya satu persatu. Penulis mengucapkan banyak - banyak terima kasih atas semua dukungan, bantuan dan doanya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tentunya penulis masih memiliki banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, penulis akan sangat menghargai jika menerima berbagai masukan dari para pembaca baik itu berupa kritikan maupun saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulisan tugas akhir di masa yang akan datang. Jika terdapat kesalahan penulis minta maaf yang sebesar - besarnya. Terima kasih.

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	vi
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
INTISARI .....	vii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	6
2.2.1 Quadtree .....	6
2.2.2 Collision Detection .....	12
2.2.3 Penerapan Quadtree pada Collision Detection .....	13

2.2.4	Brute Force .....	15
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN PROGRAM .....		17
3.1	Gambaran Umum .....	17
3.2	Analisis Kebutuhan .....	17
3.2.1	Analisis Proses .....	17
3.2.2	Analisis Kebutuhan <i>Software</i> dan <i>Hardware</i> .....	17
3.3	Perancangan Program .....	18
3.3.1	Usecase .....	18
3.3.2	Diagram Alir ( <i>Flowchart</i> ) .....	19
A.	Diagram Alir Quadtree .....	19
B.	Diagram Alir Simulasi .....	20
3.4	Rancangan Antar Muka Program .....	21
a.	Halaman Simulasi .....	21
b.	Halaman Penjelasan Quadtree .....	22
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN ANALISIS SISTEM .....		23
4.1	Implementasi Sistem .....	23
4.1.1	Antar Muka Halaman Utama Program .....	23
4.1.2	Antar Muka Halaman Penjelasan Quadtree .....	24
4.1.3	Implementasi Algoritma Brute Force .....	26
4.1.4	Implementasi Algoritma Quadtree .....	26
A.	Proses Insert Objek kedalam Tree .....	26
B.	Proses Retrieve Objek dalam Tree .....	28
C.	Proses Divide Node pada Tree .....	28
D.	Proses Pengecekan Tumbukan ( <i>Collision Detection</i> ) .....	30
4.2	Analisis Sistem .....	31

4.2.1	Pengecekan Collision / Step .....	31
4.2.2	Frame Per Second (FPS) .....	33
4.2.3	Millisecond (ms) .....	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		37
5.1	Kesimpulan .....	37
5.2	Saran .....	37
DAFTAR PUSTAKA .....		39
LAMPIRAN		

©UKYDWN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Representasi Spasial Indexing menggunakan Quadtree .....	6
Gambar 2.2	Representasi Quadtree dalam bentuk pohon .....	7
Gambar 2.3	Region, Binary Array, Maximal Block dan Quadtree .....	8
Gambar 2.4	Pencarian biner pada pohon Quadtree .....	8
Gambar 2.5	Quadtree untuk satu set point P di area Q .....	9
Gambar 2.6	Sebuah node pada kedalaman $i$ sesuai panjang sisi area $s$ .....	10
Gambar 2.7	Quadtree yang tidak seimbang .....	11
Gambar 2.8	Menyeimbangkan Quadtree .....	11
Gambar 2.9	Representasi Sederhana dengan segiempat dan lingkaran .....	12
Gambar 2.10	Objek dalam keadaan bersentuhan .....	13
Gambar 2.11	Node tunggal .....	14
Gambar 2.12	Pembagian Node .....	14
Gambar 2.13	Collision Detection pada Quadtree .....	15
Gambar 3.1	Usecase Diagram .....	18
Gambar 3.2	Diagram Alir (Flowchart) Quadtree .....	19
Gambar 3.3	Diagram Alir (Flowchart) Simulasi .....	20
Gambar 3.4	Halaman Simulasi .....	21
Gambar 3.5	Halaman Penjelasan Quadtree .....	22
Gambar 4.1	Antar Muka Halaman Utama .....	23
Gambar 4.2	Antar Muka Halaman Penjelasan Quadtree .....	25
Gambar 4.3	Source Code Brute Force .....	26
Gambar 4.4	Source Code Proses Insert Objek kedalam Tree .....	27

Gambar 4.5	Source Code Proses Retrieve Objek dalam Tree .....	28
Gambar 4.6	Source Code Proses Divide Node dalam Tree .....	29
Gambar 4.7	Source Code Proses Pengecekan Tumbukan .....	30
Gambar 4.8	Diagram Garis Pengecekan Quadtree dan Brute Force .....	32
Gambar 4.9	Diagram Garis Rata-rata FPS .....	34
Gambar 4.10	Diagram Garis Rata-rata ms .....	36

©UKDWN

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel Hasil Pengecekan / Step .....	31
Tabel 4.2	Tabel Hasil Frame Per Second (FPS) .....	33
Tabel 4.3	Tabel Hasil Millisecond (ms) .....	35

©UKDW

## INTISARI

### MENGIMPLEMENTASIKAN *QUADTREE* UNTUK MENGOPTIMALKAN *COLLISION DETECTION*

Collision detection merupakan persoalan yang sangat berpengaruh dalam hal kecepatan dalam beberapa game khususnya game-game yang memiliki jumlah objek yang banyak dan saling bertumbukan. Karena hal inilah penulis memiliki inisiatif untuk melakukan penelitian dengan menerapkan metode Quadtree dalam menyelesaikan persoalan Collision Detection sehingga masalah kecepatan dapat teratasi. Untuk membuktikan bahwa metode Quadtree dapat menyelesaikan persoalan Collision Detection maka penulis membandingkan dengan metode yang sering digunakan yaitu Brute force.

Penelitian dilakukan dengan membuat simulasi *Collision Detection* dengan jumlah objek yang bervariasi sebanyak 30 sampel. Dalam penelitian tersebut dapat diketahui Jumlah Pengecekan, FPS (*Frame Per Second*) dan ms (*millisecond*) dari kedua metode tersebut.

Dengan membandingkan jumlah pengecekan, nilai FPS dan nilai ms diperoleh bahwa Quadtree memiliki tingkat kecepatan yang lebih cepat dalam *Collision Detection* dibandingkan dengan *Brute force*.

**Kata Kunci** : *quadtree, brute force, collision detection, frame per second, millisecond.*



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Game saat ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, tidak terkecuali di Indonesia. Salah satu kriteria game yang baik adalah dalam hal kecepatan. Collision detection merupakan persoalan yang sering dihadapi para pembuat game dalam hal kecepatan khususnya pada game-game yang memiliki objek-objek yang saling bertabrakan dan jumlahnya banyak. Contoh game tersebut seperti Fighter Aircraft Warfare, iFighter 2: The Pacific 1942, Super Psycho Cyde dan masih banyak lagi.



Collision detection digunakan untuk mengecek apakah ada dua atau lebih objek yang bertabrakan. Pengecekan akan bertambah besar dan naik secara berkelanjutan seiring jumlah objek yang di cek juga ditambah dan tentunya menyebabkan game menjadi lambat.

Metode yang digunakan penulis untuk mengatasi persoalan ini adalah dengan menggunakan metode QuadTree. QuadTree ini digunakan untuk

melakukan mengelompokan terhadap setiap objek-objek yang ada pada suatu game.

Pada tugas akhir ini, penulis akan membahas bagaimana menggunakan QuadTree untuk menyederhanakan persoalan Collision Detection.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah

Apakah metode *QuadTree* dapat mengefisiensikan persoalan *Collision Detection* dalam hal kecepatan ?

## 1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian permasalahan masih terbuka luas dan dapat melebar, maka untuk menjaga fokus analisa metode, ada beberapa batasan masalah yang digunakan, diantaranya:

- a. Metode yang akan dipakai adalah *QuadTree* untuk menyederhanakan persoalan *Collision Detection*.
- b. Penelitian hanya dibatasi pada ruang dua dimensi.
- c. Penelitian tidak berfokus pada *Collision Detection*, tetapi berfokus pada pengelompokan objek menggunakan *QuadTree*.
- d. *Collision Detection* yang digunakan adalah AABB (*Axis-Aligned Bounding Box*).
- e. Untuk membuktikan pengoptimalan *QuadTree*, maka penulis akan membandingkan metode *QuadTree* dengan metode *Brute force*.

#### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat simulasi yang menerapkan metode QuadTree dalam *Collision Detection*.

#### 1.5. Metode Penelitian

Metode Penelitian yang akan digunakan adalah :

a. Studi Literatur

Pada tahap ini akan dilakukan dengan membaca dan mempelajari buku-buku referensi atau sumber-sumber yang berkaitan dengan judul ini, baik berasal dari buku maupun dari *internet*.

b. Analisis dan Merancang Desain Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan analisis sistem, algoritma *Quadtree* dan algoritma *Collision Detection (Oriented Bounding Box)*. Selain itu juga menggambar *flowchart*, perancangan sistem, dan perancangan antarmuka (*interface*).

c. Implementasi Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pemrograman (*source code*) dan menerapkannya kedalam bahasa pemrograman *JavaScript*.

d. Pengujian Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian terhadap *system* apakah telah memenuhi kriteria atau tidak.

e. Dokumentasi Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan penulisan laporan mengenai *sistem* tersebut yang bertujuan untuk menunjukkan hasil penelitian ini.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini dikelompokkan menjadi 5 bab, yaitu :

Bab I, Pendahuluan. Bab ini berisi gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan yang mencakup antara lain latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

Bab II, Landasan teori. Bab ini berisi mengenai tinjauan pustaka dan landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka menguraikan berbagai teori yang didapat dari berbagai sumber terkait dengan penelitian ini.

Bab III, Perancangan Sistem. Bab ini berisi mengenai rancangan sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini. Rancangan sistem yang akan dibuat berupa spesifikasi dari sistem, rancangan diagram sistem, rancangan antarmuka sistem berupa input dan output.

Bab IV, Implementasi Sistem. Bab ini berisi tentang implementasi sistem yang telah dirancang sebagaimana sudah dirancang ada bab III.

Bab V, Kesimpulan dan Saran. Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan dan saran yang mungkin dapat dilakukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari analisa yang telah dilakukan terhadap program mengacu pada hasil pengamatan yang telah dilakukan pada proses simulasi yaitu sebagai berikut:

1. Perbedaan Quadtree dan Brute Force baru akan terlihat pada jumlah objek yang banyak sekitar 60 element.
2. Banyak pengecekan yang dilakukan dengan jumlah objek yang bervariasi yaitu 10, 20, 30 sampai 300, diperoleh bahwa jumlah pengecekan menggunakan metode *Quadtree* memiliki hasil yang sangat kecil dibandingkan banyak pengecekan dengan menggunakan metode *Brute Force*, hal ini disebabkan metode *Quadtree* merupakan metode yang membagi pengecekan sedangkan metode *Brute Force* merupakan metode yang melakukan pengecekan pada semua objek.
3. Dengan menggunakan metode *Quadtree*, jumlah frame yang digambar perdetik (FPS) dapat diperbesar serta waktu yang digunakan untuk menggambar satu frame juga dapat dipercepat (ms), sehingga pengecekan *Collision* dengan jumlah objek yang sangat banyak tidak mengakibatkan program berjalan dengan lambat.
4. Jumlah pengecekan yang dihasilkan dari penerapan *QuadTree* pada *Collision Detection* berbeda dengan teori QuadTree yang mengatakan  $O(n \log n)$ .

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perlu dicoba bentuk objek yang bervariasi dalam proses *Collision Detection*

2. Menerapkan metode *Quadtree* dalam game yang menggunakan *Collision Detection* sebagai proses utama, terutama dalam game yang memiliki objek yang sangat banyak.

©UKDW

## DAFTAR PUSTAKA

- Eppstein, D., Goodrich M.T., & Sun. J. (2005). The skip quadtree: A simple dynamic data structure for multidimensional data. Diakses 26 Juni 2014, dari <http://www.ics.uci.edu/~goodrich/pubs/skip-journal.pdf>.
- Lambert, S. (2012). Quick Tip: Use Quadtrees to Detect Likely Collisions in 2D Space. Diakses 26 Juni 2014, dari <http://gamedevelopment.tutsplus.com/tutorials/quick-tip-use-quadtrees-to-detect-likely-collisions-in-2d-space--gamedev-374>
- Lu, Y. (2014). Quadtrees. *Graph Theory*, 549. Diakses 26 Juni 2014, dari [http://web.eecs.utk.edu/~cphillip/cs594\\_spring2014/quadtree-Allan.pdf](http://web.eecs.utk.edu/~cphillip/cs594_spring2014/quadtree-Allan.pdf)
- Putrady, E. (2011). Optimasi Collision Detection Dengan Quadtree. Bandung: Institute Teknologi Bandung.
- S. Aluru. (2005). Quadtrees and octrees. In D. Metha and S. Sahni, editors, *Handbook of Data Structures and Applications*, chapter 19. Chapman & Hall/CRC.
- Samet, H., & Webber, R.E. (1985). Storing a Collection of Polygons Using Quadtrees. *Acta Informatica* 4(1), 1 - 9. Diakses 26 Juni 2014, dari [http://www.cs.umd.edu/~meesh/420/Notes/PMQuadtree/pm\\_quadtree\\_samet.pdf](http://www.cs.umd.edu/~meesh/420/Notes/PMQuadtree/pm_quadtree_samet.pdf).
- Yin, X. *Quadtree Representation & Compression of Spatial Data*. Ontario: Faculty of Mathematics and Science Brock University.