

## Penerapan Metode Quadtree pada Aplikasi Game Physics Puzzle

Widya Eka Putri

Prodi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: [widyaeaka015@gmail.com](mailto:widyaeaka015@gmail.com)

**Abstrak**—Pengenalan media sebagai sarana belajar merupakan hal yang tepat dan menarik dalam rangka belajar dalam mengingat perhitungan matematika untuk meningkatkan pengetahuan. Aplikasi permainan physics puzzle merupakan media yang dijalankan di desktop sebagai sarana hiburan sekaligus sarana belajar. Metode penelitian dalam merancang permainan physics puzzle yaitu dengan metode Quadtree yang melakukan pengecekan tabrakan atau benturan (collision) dua objek yang berbeda pada area permainan dua dimensi dengan membagi arena permainannya dengan ukuran yang sama lalu apabila terdapat dua objek atau lebih berada di wilayah yang sama maka akan dibagi lagi wilayah tersebut menjadi empat bagian berukuran sama sampai tidak ada objek yang berada di wilayah yang sama. Memberikan pengetahuan dan hiburan yang menarik kepada kalangan anak-anak maka dirancang sebuah aplikasi game physics puzzle untuk memberikan sebuah pelajaran ditengah-tengah permainan agar mengingat perhitungan matematika dengan mudah.

**Kata Kunci:** Aplikasi, Game, Physics Puzzle, Quadtree .

**Abstract**—The introduction of media as a learning tool is the right and interesting thing in the framework of learning in remembering mathematical calculations to increase knowledge. The application of physics puzzle games is a medium that is run on the desktop as a means of entertainment as well as a means of learning. The research method in designing physics puzzle games is by the Quadtree method which checks collisions or collisions of two different objects in the two-dimensional game area by dividing the playing field to the same size then if there are two or more objects in the same area then the area will be subdivided into four equal sized parts until there are no objects in the same area. Providing interesting knowledge and entertainment to children, a physics puzzle game application is designed to provide a lesson in the middle of the game to easily remember math calculations.

**Keywords:** Application, Game, Physics Puzzle, Quadtree.

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan *game* dan berbagai jenis *game* yang ada saat ini begitu pesat dan menjadi bagian dari gaya hidup di dalam kalangan masyarakat, mulai dari anak kecil hingga dewasa dengan tujuan untuk menghilangkan keletihan dari kegiatan sehari-hari. Ada banyak jenis permainan, baik permainan yang dilakukan oleh satu orang saja (individu) hingga permainan yang dilakukan dengan lebih dari dua orang (group). Selain itu, ditinjau dari sifatnya *game* dapat pula dibedakan yaitu *game* yang mendidik (edukasi), interaktif, hingga yang bersifat tantangan. Dan salah satu *game* yang menarik hingga saat ini adalah *game physics puzzle*. Pada *game* yang akan dibuat, penulis akan mencoba merancang aplikasi *game* yang tergolong ke dalam *game physics puzzle*, yaitu yang menyusun balok. Pada bagi sebagian orang sudah tidak asing lagi dengan *game* ini, sebab *game* ini begitu menyenangkan karena mampu membuat kita dapat memperhitungkan dan berimajinasi. Namun sering kali dalam menyelesaikan *game* menyusun balok ini terkendala dengan besarnya biaya juga terbatasnya balok-balok dalam setiap paketan objeknya seperti rumah, mobil dan lainnya, dan karena hal itu juga sangat minim objek yang dapat dibentuk. Oleh karena itu, penulis merancang aplikasi *game physics puzzle* dalam menyusun balok yang ketika dalam menyelesaikannya terdapat soal penjumlahan matematikanya yang bertujuan untuk melatih kemampuan anak dalam mengingat perhitungan matematika tersebut. Untuk mendapatkan tujuan *game* yang telah disebutkan di atas maka diperlukan suatu metode yang mendukung untuk dapat menyelesaikan *game physics puzzle* tersebut, yaitu dengan menggunakan metode *Quadtree* dan Aplikasi *game physics puzzle* ini dirancang dengan *software construct 2*. *Quadtree* pada dasarnya adalah struktur data pohon yang setiap simpulnya memiliki anak berjumlah empat. Pembagian *Quadtree* merupakan salah satu bentuk segmentasi *split & merge*, yaitu membagi kemudian menggabungkan. Maksudnya, pertama gambar dibagi menjadi empat bagian. Kemudian keempat bagian ini dilakukan perhitungan karakteristik yang sama akan digabungkan menjadi satu bagian[1].

Dalam penelitian jurnal Pelita Informatika Budidarma Vol. 5, No. 1, tahun 2013, ISSN : 2301-9425, berjudul “Implementasi Algoritma Brute Force pada Game FT Guard”. Terdapat kelemahan pada metode *Brute Force* yaitu membutuhkan jumlah langkah yang banyak dalam menyelesaikan suatu permasalahan jika diterapkan menjadi suatu program aplikasi akan membutuhkan banyak memori. Misalnya jika ada lebih dari 10 objek maka perlu dilakukan pengecekan sebanyak lebih dari 90 kali. Bila objek sangat banyak maka jumlah pengecekannya akan meningkat sehingga membutuhkan waktu eksekusi yang tidak sedikit.[2] Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Eryawan rifandi, yang diterbitkan pada jurnal Pelita Informatika Budi Darma, 1 Januari 2017 vol 16, ISSN:2301-9425 yang mengangkat tentang “Perancangan Aplikasi Game Simulasi Lalu Lintas Berbasis Android Dengan Metode Quadtree”. Dimana di dapatkan kesimpulan bahwa metode *quadtree* digunakan pada permainan dapat mempercepat proses pengecekan dan mengurangi memori dikarenakan *quadtree* hanya melakukan pengecekan pada objek-objek yang mungkin bersentuhan tidak perlu dicek[3]. Terdapat beberapa metode dalam melakukan pengecekan yaitu *Brute Force* dan *Quadtree*, namun diantar metode tersebut metode *Quadtree* yang paling tepat. Hal ini dikarenakan *Quadtree* akan meminimalisasi jumlah pengecekan *collision* tersebut dengan demikian akan mengurangi cukup banyak operasi pengecekan yang tidak perlu dilakukan sehingga waktu eksekusi akan jauh lebih efektif dan cepat.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Perancangan

Perancangan merupakan suatu fase dimana diperlukan suatu keahlian perencanaan untuk elemen-elemen komputer yang menggunakan sistem baru. Tujuan dari perancangan yaitu menentukan arah yang akan dituju dan memfokuskan setiap usaha yang dilakukan. Di samping itu, tujuannya juga menjadi input penting pelaksanaan suatu rancangan dan menilai suatu keputusan. Perancangan yang sistematis, komprehensif dan praktis hendaklah dibuat terlebih dahulu. Perkara penting yang perlu diambil dahulu adalah sebagai berikut:

1. Tujuan dan objektif: Ini termasuk mengenal perkara yang hendak kita capai berdasarkan tujuan tersebut.
2. Strategi: Apabila tujuan sudah ditafsirkan dengan jelas, kita perlu mencari jalan (strategi) untuk mencapai tujuan seperti yang di harapkan.
3. Penyusunan: Langkah selanjutnya adalah mengatur program atau proyek mengikuti jalan (strategi) yang telah ditentukan untuk mencapai sebuah tujuan [4].

### 2.2 Aplikasi

Aplikasi adalah penggunaan dalam suatu perangkat komputer, instruksi (instruction) atau pernyataan (statement) yang disusun hingga sedemikian rupa komputer dapat memproses masukan (input) menjadi keluaran (output). Aplikasi dapat digolongkan menjadi beberapa kelas, antara lain aplikasi perusahaan (enterprise), aplikasi infrastruktur perusahaan, aplikasi informasi kerja, aplikasi media dan hiburan, aplikasi pendidikan, aplikasi pengembangan media, aplikasi rekayasa produk[5].

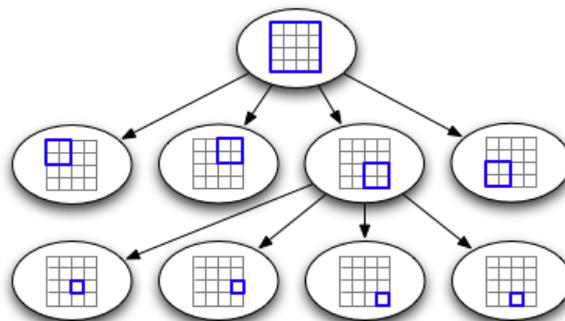
### 2.3 Game Physics Puzzle

Pada penjelasan di awal Game Physics puzzle adalah tipe game dimana pemain ditantang untuk merangkai sebuah object benda untuk disusun agar bisa dilewati object benda lainnya dengan mengimplementasikan hukum fisika seperti gravitasi, benturan, dan sebagainya. Game physics puzzle merupakan game yang termasuk kedalam genre game puzzle dimana pemain harus menggunakan hukum fisika permainan untuk menyelesaikan setiap teka-teki[6].

### 2.4 Metode Quadtree

Metode Quadtree adalah struktur data pohon. Setiap cabang atau node memiliki empat anak atau node. Pohon yang dibentuk oleh quadtree adalah pohon seimbang artinya setiap anak node memiliki jumlah anak node yang sama. Untuk quad-tree, setiap node memiliki anak empat node. Jika node memiliki anak, maka jumlah anaknya harus empat. Jika pohon tersebut bertambah kedalamannya, maka kedalaman tersebut harus terisi penuh. Konsekuensinya, jika  $n$  adalah kedalaman maka  $4^n$  adalah jumlah node pada kedalaman ini. Pada spatial indexing, setiap node mewakili daerah tertentu. Pembagian daerah ini biasanya dilakukan dengan membagi daerah menjadi persegi. Setiap persegi dibentuk oleh empat persegi yang lebih kecil[7].

Pembagian quadtree merupakan salah satu bentuk dari segmentasi split & merge, yaitu membagi kemudian menggabungkan. Maksudnya, pertama balok dibagi menjadi empat bagian. Kemudian dari empat bagian ini dilakukan perhitungan karakteristik masing-masingnya. Bagian balok atau segmen yang memiliki karakteristik yang sama akan digabungkan menjadi satu bagian, sedangkan yang tidak akan dibagi lagi menjadi empat bagian dan dilakukan lagi perhitungan karakteristik dan dilakukan lagi proses penggabungan pada bagian yang sama. Demikian seterusnya sehingga pada bagian akhir akan diperoleh hasil dari pembagian. Misalkan daerah total yang akan diindeks adalah persegi berukuran  $n$  kali  $n$ , maka tiap node anaknya akan mewakili persegi berukuran  $n/2$  kali  $n/2$ , yaitu persegi pojok kiri atas, pojok kiri bawah, pojok kanan atas, dan pojok kanan bawah. Kemudian tiap persegi bisa dibagi lagi menjadi persegi yang lebih kecil. Penggambaran pohonnya adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Representasi Quad-Tree dalam bentuk pohon

Langkah-langkah yang dilakukan pada permainan ini menggunakan Algoritma QuadTree :

1. Tentukan titik awal dan titik tujuan.
2. Periksa nilai titik awal dan titik tujuan, jika berbeda proses selesai.

3. Buatlah node dari titik awal dan set parentnya dengan nilai null lalu masukan ke dalam linked list.
4. Periksa apakah node tersebut sama dengan titik tujuan, jika ya maka proses selesai dengan mengembalikan nilai node tersebut.
5. Periksa node tersebut apakah parentnya tidak sama dengan null dan tidak sama dengan ruang kosong (tidak bisa dilalui), jika benar maka tahap berikutnya tidak di proses dan dilanjut ke node berikutnya.
6. Periksa apakah  $node.x > -1$  atau  $node.x < lebar\ papan$  atau  $node.y > -1$  atau  $node.y < tinggi\ papan$ , jika ya masuk tahap berikutnya, jika tidak dilanjut ke node berikutnya.
7. Periksa apakah jumlah garis pada parent tersebut sudah 3 garis, Jika sudah maka dilanjut ke arah node berikutnya.
8. Bangkitkan semua suksesor pada node tersebut dengan cara mengunjungi setiap arah.
9. Masukan semua suksesor / child tersebut kedalam linked list dalam bentuk node dimana parentnya adalah node sebelumnya, dengan syarat node tersebut belum pernah dilalui. 10. Ulangi langkah 4 – 9.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sasaran dari permainan *physics puzzle* dalam penggabungan warna balok yaitu melakukan penyusunan dan memperhitungkan setiap karakter masing-masingnya lalu jika terdapat karakter balok yang sama akan digabungkan lalu dihancurkan sehingga mendapatkan poin. Pada tahapan permainan ini, user harus menjalankan aplikasi terlebih dahulu, selanjutnya user masuk ke dalam menu permainan dan memilih tombol *start* untuk memulainya, tahapan selanjutnya *user* dapat memilih tingkatan *level* kesulitan dalam permainan, yaitu *level 1* atau *level 2*. Pada penerapannya, *game physics puzzle* ini menggunakan metode *Quadtree* untuk menyamakan sebuah karakteristik balok dan menggabungkannya menjadi satu bagian. Perancangan suatu *game* tidak bisa lepas dari yang namanya komponen pembentuk *game*, dalam *game physics puzzle* dalam mengelompokkan balok ini terdapat beberapa komponen yang akan dibuat didalam *game*. Berikut ini adalah komponen yang ada didalam pembentukan *game*.

**Tabel 1.** Komponen di dalam *game*

No	Nama	Gambar	Keterangan
1	Balok Merah		Gambar ini adalah gambar karakteristik balok yang pertama. Balok ini adalah balok utama yang digunakan didalam game.
2	Balok Hijau		Gambar ini adalah gambar karakteristik balok yang kedua. Balok ini adalah balok utama yang digunakan didalam game.
3	Balok Biru		Gambar ini adalah gambar karakteristik balok yang ketiga. Balok ini adalah balok utama yang digunakan didalam game.

Pada permainan *physics puzzle* ini terdapat dua *level* yang dibentuk berdasarkan kesulitan, waktu serta jumlah balok yang akan di gabungkan dan dihancurkan untuk menyelesaikan permainan. Berikut ini tingkat kesulitan dalam permainan ini. Aturan permainan ini dapat dijabarkan sebagai berikut. Permainan ini terdiri dari tiga tingkatan *level* kesulitan, yaitu :

1. *Level 1*

Pada permainan *level 1* kesulitan yang di hadapi adalah :

- a. Terdapat tiga karakteristik warna balok yang harus dikelompokkan nantinya.
- b. Setiap kelompok minimal harus memiliki 3 buah balok agar bisa dihancurkan.
- c. Misinya menghancurkan setiap karakteristik warna balok dalam jumlah 8 buah.
- d. Setiap balok yang dihancurkan akan mendapatkan 10 poin.
- e. Permainan harus selesai dalam waktu 1 menit.
- f. Jika melewati batas waktu dan permainan belum selesai maka *game over*.

2. *Level 2*

Pada permainan *level 2* kesulitan yang di hadapi adalah :

- a. Terdapat empat karakteristik warna balok yang harus dikelompokkan nantinya.
- b. Setiap kelompok minimal harus memiliki 3 buah balok agar bisa dihancurkan.
- c. Misinya menghancurkan setiap karakteristik warna balok dalam jumlah 16 buah.
- d. Setiap balok yang dihancurkan akan mendapatkan 10 poin.
- e. Permainan harus selesai dalam waktu 2 menit dan balok akan naik satu tingkat setiap 30 detik.
- f. Jika melewati batas waktu dan permainan belum selesai maka *game over*.

#### 3.1 Penerapan Metode *Quadtree* Pada *Game Physics Puzzle*

*Game physics puzzle* dalam menggabungkan warna balok ini menerapkan metode *Quadtree* sebagai pendeteksian *collision* (benturan/tabrakan) dua objek yang berbeda pada area permainan dua dimensi secara efisien, hal ini dikarenakan pada *game* dua dimensi hanya menggunakan koordinat X dan Y. Pada *game physics puzzle* penerapan dilakukan di area permainan ketika ditemukan karakter balok satu mendekati atau berada pada suatu wilayah objek maka akan di lakukan pendeteksian benturan dengan metode *Quadtree*.

Penerapan metode *quadtree* diterapkan pada area permainan dimana akan terdapat banyak objek yang saling bertabrakan atau benturan jika terdapat lebih dari satu objek di wilayah yang sama maka wilayah dibagi menjadi empat bagian. Seperti gambar berikut terdapat objek balok berkarakter red (merah) berada pada tujuan wilayah item misi red (merah) kemudian jika objek balok sudah tergabung dengan item misi dan sudah mencukupi objek untuk dikelompokkan maka balok dapat dihancurkan.

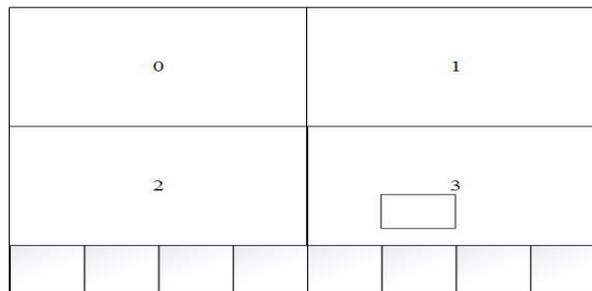
Pada *game physics puzzle* ini akan dilakukan sebuah misi yaitu menggabungkan lalu menghancurkan sebuah balok untuk mendapatkan sebuah poin. Terdapat 8 buah balok yang akan dihancurkan . Dibawah ini adalah langkah-langkah pembagian arena *game physics puzzle* dalam menggabungkan sebuah balok :

1. Posisi awal balok berada di atas dan akan digabungkan dengan balok lain dengan karakteristik yang sama.



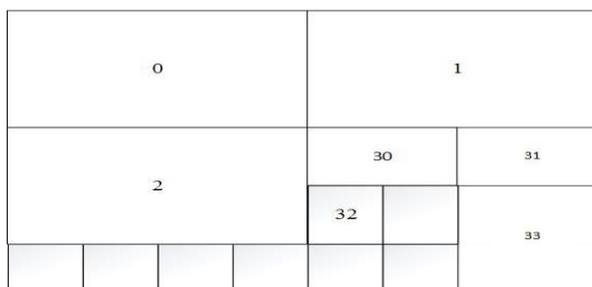
**Gambar 2.** Posisi Awal Balok sebelum di Gabungkan

2. Pembagian wilayah yang dibagi ke dalam empat bagian dan balok misi masuk ke dalam wilayah 3.



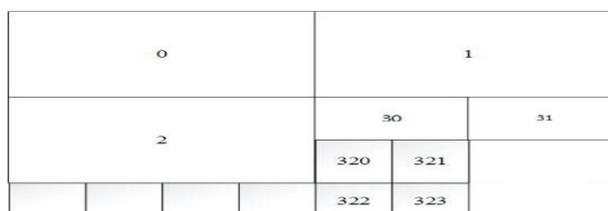
**Gambar 3.** Wilayah Telah Dibagi Empat

3. Setelah balok misi masuk wilayah 3 maka akan dibagi lagi wilayah menjadi empat bagian. Lalu setelah wilayah 3 dibagi balok misi akan masuk di wilayah 32.



**Gambar 4.** Wilayah 3 Telah Dibagi Empat

4. Misi pertama dalam menggabungkan balok selesai.



**Gambar 5.** Balok misi sudah digabungkan

5. Balok misi sudah dihancurkan dengan balok tujuan dan ulangi ke proses awal mulai dari langkah 1 sampai 5 hingga balok paling bawah sudah kosong.

0				1			
2				30		31	
				320	321		
				X	X		

Gambar 6. balok sudah dihancurkan

0				1			
20		21		30		31	
22		23		320	321	33	
				X	X		

Gambar 7. Balok Misi di wilayah 2

0				1			
20		21		30		31	
22		230	231	320	321	33	
		232	233	X	X		

Gambar 8. Wilayah tujuan 23 Dibagi Empat

0				1			
20		21		30		31	
22		230	231	320	321	33	
		X	X	X	X		

Gambar 9. Balok Misi digabungkan sudah dihancurkan

0				1			
20		21		30		31	
22		230	231	320	321	33	
		X	X	X	X		

Gambar 10. Balok Misi Masuk di Wilayah 22

0				1			
20		21		30		31	
220	221	230	231	320	321	33	
222	223	X	X	X	X		

**Gambar 11.** Wilayah tujuan 22 Dibagi Empat

0				1			
20		21		30		31	
220	221	230	231	320	321	33	
X	X	X	X	X	X		

**Gambar 12.** Balok Misi digabungkan sudah dihancurkan

0				1			
20		21		30		31	
220	221	230	231	320	321	33	
X	X	X	X	X	X		

**Gambar 13.** Balok Misi Masuk di Wilayah 33

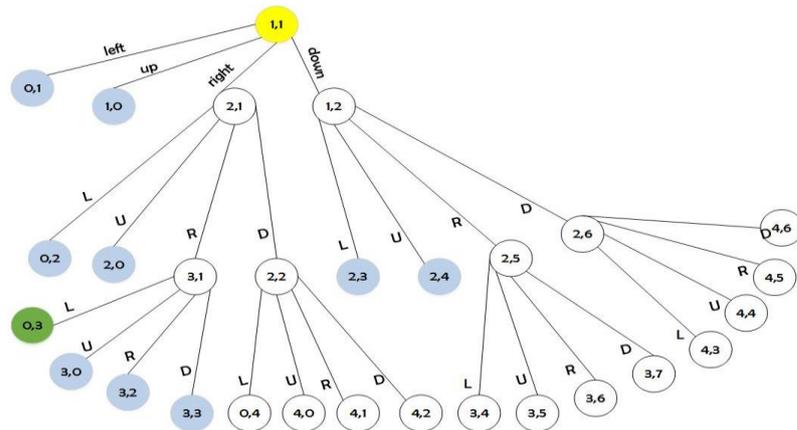
0				1			
20		21		30		31	
220	221	230	231	320	321	330	331
X	X	X	X	X	X	332	333

**Gambar 14.** Wilayah Tujuan Dibagi Empat

0				1			
20		21		30		31	
220	221	230	231	320	321	330	331
X	X	X	X	X	X	X	X

**Gambar 15.** Hasil Akhir Balok Yang Telah di Hancurkan

Dari hasil diatas maka di dapatkan hasil penggambaran pohon *Quadtree* nya adalah sebagai berikut :



**Gambar 16.** Penggambaran Struktur Pohon *Quadtree* Game *Physics Puzzle*

Pada saat objek balok pemain menabrak atau menyentuh dan berada pada wilayah item misi maka dilakukan pendeteksian dengan metode *quadtree* kemudian sistem akan merespon untuk menghancurkan balok misi, sehingga objek misi yang berada diluar wilayah tujuan tidak ikut terpengaruh. Pada gambar 3.16 pohon pencarian jalan, node yang berwarna kuning merupakan titik awal, sedangkan node berwarna biru merupakan node yang tidak dapat dilalui atau node tersebut dalam keadaan CLOSED, node yang berwarna putih merupakan node yang dapat dilalui (ruang kosong) atau node yang berada di OPEN, dan node berwarna hijau merupakan titik tujuan. Jika node sudah pada kondisi CLOSED maka diabaikan. Berdasarkan gambar 3.17 tersebut maka langkah atau jalan yang dilalui dari titik awal (1,1) menuju titik tujuan (0,3) adalah (1,1) – (2,1) – (3,1) – (0,3). Untuk kondisi pada gambar 3.17 dapat dijelaskan langkahnya sebagai berikut:

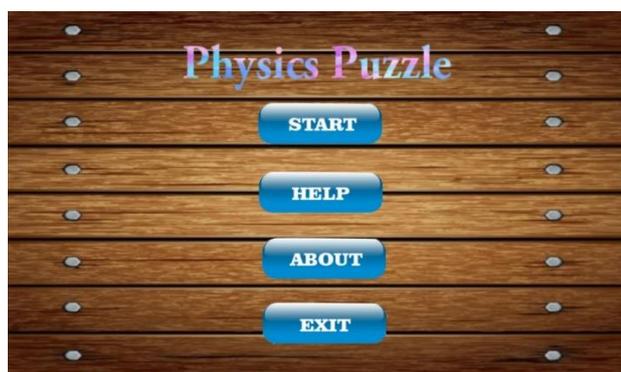
1. Langkah pertama, karena hanya terdapat satu node yaitu titik awal (1,1) maka titik awal terpilih sebagai BestNode dan dipindahkan ke CLOSED kemudian dibangkitkan semua suksesor (1,1) yang berada di posisi left, up, right, down yaitu node (0,1), (1,0), (2,1) dan (1,2). Karena ke empat suksesor tidak ada di OPEN maupun CLOSED, maka ke empatnya dimasukkan ke OPEN. Langkah pertama ini menghasilkan OPEN = [(0,1), (1,0), (2,1), (1,2)] dan CLOSED = [A(1,1)].
2. Langkah ke dua, semua suksesor (1,1) kemudian di cek nilainya. Jika menghasilkan nilai -1 maka node tersebut dapat dilalui (ruang kosong) dan statusnya di OPEN. Jika memiliki nilai (bukan ruang kosong) maka statusnya di CLOSED. Pada suksesor (1,1), node (0,1) memiliki nilai maka dipindahkan ke CLOSED, pengecekan berlanjut ke node (1,0) dan hasilnya memiliki nilai juga maka dipindahkan ke CLOSED. Lalu node (2,1) ternyata menghasilkan nilai -1 atau ruang kosong, maka node (2,1) dipindahkan ke CLOSED lalu dibangkitkan dan di OPEN semua suksesor (2,1) yaitu node (0,2), (2,0), (3,1) dan (2,2). Adapun node (1,1) tidak di OPEN karena telah dilalui sebelumnya. Dan node (1,2) dari suksesor (1,1) menghasilkan nilai (bukan ruang kosong) maka di CLOSED.
3. Ikuti langkah pertama sampai menemukan titik tujuan. Jika node yang dikunjungi sama dengan node tujuan maka proses berhenti dan node yang berada dibelakangnya tidak perlu di cek. Hasil pencarian jalan bisa ditelusuri balik dari titik tujuan menuju titik awal karena setiap simpul hanya memiliki satu parent.

### 3.2 Hasil Implementasi Aplikasi

Implementasi aplikasi game physics puzzle dengan metode quadtree yang terdiri dari lima tampilan seperti berikut:

#### 1. Tampilan Menu Utama

Pada tampilan menu utama ini akan menampilkan 4 menu yang saling terhubung pada menu utama, pada menu ini pengguna dapat memilih pilihan yang diinginkan yang ada pada permainan. Berikut ini tampilan menu utama.



**Gambar 17.** Menu Utama

2. Tampilan Menu *Start*

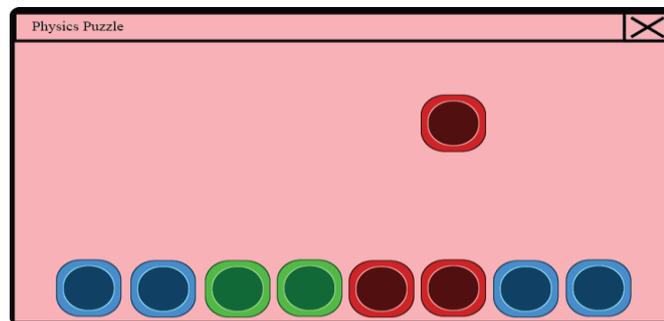
Pada tampilan menu *start* ini akan menampilkan 4 menu, pada menu ini pemain dapat memilih pilihan *level* yang diinginkan dan dapat memilih tombol *score* untuk melihat nilai yang di dapat. Berikut ini adalah tampilan menu *start*.



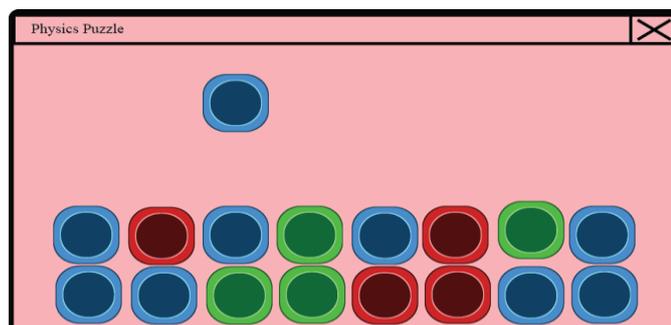
Gambar 18. Tampilan Menu *Start*

3. Tampilan Mulai Bermain

Setelah tombol *start* di pilih maka akan menampilkan sebuah tampilan dari permainan yang sedang dimainkan, seperti tombol dan objek-objek lainnya. Berikut ini tampilan mulai bermain.



Gambar 19. Tampilan Mulai bermain *Level 1*



Gambar 20. Tampilan Mulai bermain *Level 2*

4. Tampilan Antarmuka Menjawab Pertanyaan

Saat pemain mendapatkan misi akan menampilkan pertanyaan yang harus di jawab untuk dapat melanjutkan ke tahap berikutnya. Berikut tampilan menjawab pertanyaan.



Gambar 21. Tampilan Menjawab Pertanyaan

5. Tampilan *Help*

Ketika tombol *help* dipilih maka akan menampilkan sebuah tampilan instruksi cara bermain *game physics puzzle*. Berikut ini adalah tampilan menu *help*.



Gambar 22. Tampilan Menu *Help*

#### 4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini penulis telah merancang dan membuat game physics puzzle dengan menerapkan metode quadtree, maka dapat dihasilkan kesimpulan penerapan metode quadtree pada permainan dapat mempercepat proses pengecekan dan mengurangi memori dikarenakan quadtree hanya melakukan pengecekan pada objek-objek yang mungkin bersentuhan sehingga objek-objek yang sudah pasti tidak bersentuhan tidak perlu di cek. Pembuatan game menggunakan construct 2 memudahkan untuk mendesain dan merancang alur pembuatan game physics puzzle karena visual programming dan tanpa coding akan tetapi dalam pembuatannya dibutuhkan pemahaman logika program dan logika sistem yang kuat.

#### REFERENCES

- [1] S. Henry, *Cerdas dengan Game: Panduan Praktis Bagi Orangtua dalam Mendampingi Anak Bermain Game*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama, 2010.
- [2] S. A. dan A. M. R. Mohd Nain, *Pengurusan Teknologi*. skudai: Universiti Teknologi Malaysia, 2005.
- [3] H. Jogiyanto, *Pengertian Aplikasi dan perkembangannya*. yogyakarta: Andi Offset, 2001.
- [4] M. Dawang, "Desain Game, <http://husnimuhammad.blogspot.com/2012/03/teknik-animasi-padagame-dengan.html>. 2005.
- [5] A. Ismail, *Education Games Menjadi Cerdas dan Ceria dengan Permainan Edukatif*. yogyakarta: Pilar Media, 2009.
- [6] A. Nilwan, *Pemrograman Animasi dan Game Profesional*. Jakarta: PT.Elex Media Komputindo, 1998.
- [7] S. Henry, *Cerdas dengan Game: Panduan Praktis Bagi Orangtua dalam Mendampingi Anak Bermain Game*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama, 2010.
- [8] N. Johnson, "Damn Cool Algorithms: Spatial indexing with Quadtrees and Hilbert Curves," 2009.
- [9] P. Informatika, B. Darma, M. Program, S. Teknik, M. T. Sutojo, and E. Mulyanto, "PERANCANGAN GAME SPACE SHIP DENGAN METODE QUAD TREE," pp. 80–84, 2014.