

**PENGGUNAAN DIVIDE AND CONQUER PADA PROSES
GENERASI MAP 2D MENGGUNAKAN ALGORITMA WAVE
FUNCTION COLLAPSE**



SKRIPSI

**RAJENDRA ABHINAYA
00000060445**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025**

**PENGGUNAAN DIVIDE AND CONQUER PADA PROSES
GENERASI MAP 2D MENGGUNAKAN ALGORITMA WAVE
FUNCTION COLLAPSE**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Komputer (S.Kom.)

RAJENDRA ABHINAYA
00000060445

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MULTIMEDIA NUSANTARA
TANGERANG
2025

HALAMAN PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini saya,

Nama : Rajendra Abhinaya

Nomor Induk Mahasiswa : 00000060445

Program Studi : Informatika

Skripsi dengan judul:

**Perbandingan Dampak Penggunaan Divide and Conquer pada Proses
Generasi Map 2D menggunakan Wave Function Collapse**

merupakan hasil karya saya sendiri bukan plagiat dari laporan karya tulis ilmiah yang ditulis oleh orang lain, dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar serta dicantumkan di Daftar Pustaka.

Jika di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan/penyimpangan, baik dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan laporan karya tulis ilmiah, saya bersedia menerima konsekuensi dinyatakan TIDAK LULUS untuk mata kuliah yang telah saya tempuh.

Tangerang, 26 Juni 2025



(Rajendra Abhinaya)

UMM
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

PENGUNAAN DIVIDE AND CONQUER PADA PROSES GENERASI MAP 2D MENGGUNAKAN ALGORITMA WAVE FUNCTION COLLAPSE

oleh

Nama : Rajendra Abhinaya
NIM : 00000060445
Program Studi : Informatika
Fakultas : Fakultas Teknik dan Informatika

Telah diujikan pada hari Jumat, 18 Juli 2025

Pukul 10.00 s/d 12.00 dan dinyatakan

LULUS

Dengan susunan penguji sebagai berikut

Ketua Sidang

Penguji



(Sy. Yuliani Yakub., S.Kom., MT., Ph.D)

NIDN: 0411037904



(Dr. Ir. Winarno, M.Kom.)

NIDN: 0330106002

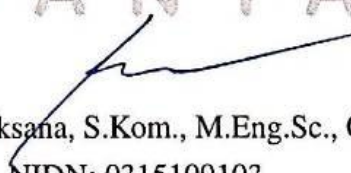
Pembimbing



(Wirawan Istiono, S.Kom., M.Kom.)

NIDN: 0313048304

Ketua Program Studi Informatika,



(Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA)

NIDN: 0315109103

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rajendra Abhinaya
NIM : 00000060445
Program Studi : Informatika
Jenjang : S1
Judul Karya Ilmiah : Perbandingan Dampak Penggunaan
Divide and Conquer pada Proses
Generasi Map 2D menggunakan Wave
Function Collapse

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa saya bersedia (**pilih salah satu**):

- ☒ Saya bersedia memberikan izin sepenuhnya kepada Universitas Multimedia Nusantara untuk mempublikasikan hasil karya ilmiah saya ke dalam repositori Knowledge Center sehingga dapat diakses oleh Sivitas Akademika UMN/Publik. Saya menyatakan bahwa karya ilmiah yang saya buat tidak mengandung data yang bersifat konfidensial.
- ☐ Saya tidak bersedia mempublikasikan hasil karya ilmiah ini ke dalam repositori Knowledge Center, dikarenakan: dalam proses pengajuan publikasi ke jurnal/konferensi nasional/internasional (dibuktikan dengan *letter of acceptance*) **.
- ☐ Lainnya, pilih salah satu:
- Hanya dapat diakses secara internal Universitas Multimedia Nusantara
 - Embargo publikasi karya ilmiah dalam kurun waktu tiga tahun.

Tangerang, 26 Juni 2025

Yang menyatakan


Rajendra Abhinaya

**Jika tidak bisa membuktikan LoA jurnal/HKI, saya bersedia mengizinkan penuh karya ilmiah saya untuk dipublikasikan ke KC UMN dan menjadi hak institusi UMN.

HALAMAN PERSEMBAHAN / MOTTO

"Impossible is a word to be found only in the dictionary of fools."

Napoleon Bonaparte



KATA PENGANTAR

(Kata Pengantar dapat dikembangkan dan harus meliputi ucapan rasa syukur, tujuan pembuatan tugas akhir, ucapan terima kasih, dan harapan pada hasil Tugas Akhir ini.)

Mengucapkan terima kasih

1. Bapak Dr. Ir. Andrey Andoko, M.Sc., selaku Rektor Universitas Multimedia Nusantara.
2. Bapak Dr. Eng. Niki Prastomo, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
3. Bapak Arya Wicaksana, S.Kom., M.Eng.Sc., OCA, selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Multimedia Nusantara.
4. Bapak Wirawan Istiono, S.Kom., M.Kom., sebagai Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi atas terselesainya tugas akhir ini.
5. Ibu, keluarga, dan teman-teman saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat, baik sebagai sumber informasi dan inspirasi bagi pembaca.

Tangerang, 26 Juni 2025



Rajendra Abhinaya

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

PENGUNAAN DIVIDE AND CONQUER PADA PROSES GENERASI MAP 2D MENGGUNAKAN ALGORITMA WAVE FUNCTION COLLAPSE

Rajendra Abhinaya

ABSTRAK

Procedural content generation merupakan sebuah teknik yang sering digunakan dalam pembuatan konten. *Procedural content generation* merupakan proses penggunaan algoritma-algoritma untuk dapat membuat konten secara otomatis. Salah satu bentuk konten yang dapat dibuat menggunakan metode ini adalah *maps* yang digunakan pada sebuah *game*. *Maps* merupakan bentuk konten penting yang memberi variasi pada pengalaman pemain. Penggunaan *procedural content generation* untuk membuat *maps* dapat memberi berbagai keuntungan seperti penghematan biaya, waktu, dan tenaga kerja. Salah satu algoritma yang dapat digunakan adalah *wave function collapse*. Tetapi, algoritma *wave function collapse* datang dengan kelemahan yaitu waktu eksekusi yang lama. Melihat ini, terpikirkan cara untuk menggunakan *divide and conquer* pada algoritma *wave function collapse* untuk mengatasi kelemahan tersebut. *Divide and conquer* diimplementasikan dengan membagi *map* menjadi beberapa potongan bernama *chunks* yang akan dibangun satu per satu untuk menghasilkan *map* akhir. Perbandingan lalu dilakukan dengan menjalankan proses pembangunan *map* berulang kali dengan ukuran *map* dan jumlah *chunks* berbeda. Tujuh ukuran *map* serta empat tingkat penggunaan *chunks* digunakan. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa *maps* yang dibangun menggunakan *chunks* memiliki waktu eksekusi yang lebih rendah. *Map* dengan ukuran 32x32 berhasil dibangun 2.08 kali lebih cepat saat menggunakan 2x2 *chunks* dibandingkan tidak menggunakan *chunks* sama sekali. Perbedaan ini pun meningkat menjadi 2.86 kali saat ukuran *map* dinaikan menjadi 64x64. Hal ini menunjukkan bahwa dampak *divide and conquer* menjadi lebih besar seiring dengan meningkatnya ukuran *map*. Dan, terlihat bahwa *map* yang menggunakan *chunks* memiliki skalabilitas yang lebih baik. Saat ukuran *map* dinaikan dari 16x16 ke 64x64, *map* yang tidak menggunakan *chunks* mengalami peningkatan waktu eksekusi sebesar 105.46 kali sedangkan *map* yang menggunakan 8x8 *chunks* mengalami peningkatan sebesar 30.63 kali. Dengan ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *divide and conquer* memiliki dampak positif terhadap waktu eksekusi pembangunan *map* menggunakan algoritma *wave function collapse*.

Kata kunci: *Divide and Conquer, Maps, Procedural Content Generation, Wave Function Collapse*

USING DIVIDE AND CONQUER IN 2D MAP GENERATION PROCESS WITH THE THE WAVE FUNCTION COLLAPSE ALGORITHM

Rajendra Abhinaya

ABSTRACT

Procedural content generation is a technique frequently used in content creation. Procedural content generation is the process of using algorithms to automatically generate content. One form of content that can be created using this method is maps which are used in video games. Maps are an important form of content that add variety to the player experience. Using procedural content generation to create maps can provide various benefits, such as savings in costs, time, and labor. One algorithm that can be used is wave function collapse. However, the wave function collapse algorithm comes with a disadvantage which is that it has a long execution time. Seeing this, a way to implement divide and conquer with the wave function collapse algorithm was thought of to overcome this drawback. Divide and conquer was implemented by dividing the map into several divisions called chunks that will be built one by one to produce the final map. The comparison was then done by running the map building process repeatedly with different map sizes and number of chunks. Seven different map sizes and four different levels of chunk usage were used. The comparison results show that maps built using chunks have a lower execution time. A 32x32 map was able to be built 2.08 times faster when using 2x2 chunks than when not using chunks at all. This difference in execution times increases to 2.86 times when the map size is increased to 64x64. This shows that the impact of divide and conquer becomes greater as the map size increases. And, it appears that maps that use chunks have better scalability. When the map size is increased from 16x16 to 64x64, the map that does not use chunks experiences an increase in execution time of 105.46 times while the map that uses 8x8 chunks experiences an increase of 30.63 times. With this, it can be concluded that the use of divide and conquer has a positive impact on the execution time of map construction using the wave function collapse algorithm.

Keywords: *Divide and Conquer, Maps, Procedural Content Generation, Wave Function Collapse*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN/MOTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Permasalahan	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1 Procedural Content Generation	5
2.2 Wave Function Collapse	5
2.3 Tilemaps	6
2.4 Divide and Conquer	7
2.5 Chunks	7
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Metodologi Penelitian	9
3.1.1 Identifikasi Masalah	9
3.1.2 Studi Literatur	9
3.1.3 Perancangan Aplikasi	9
3.1.4 Pembangunan Aplikasi	9
3.1.5 Testing dan Evaluasi Aplikasi	10
3.1.6 Analisis Hasil Evaluasi Aplikasi	10
3.1.7 Penulisan Laporan	10
3.2 Perancangan Aplikasi	10
3.2.1 Flowchart Wave Function Collapse	11
3.2.2 Flowchart Modul InitializeGrid	12
3.2.3 Flowchart Modul SetNeighbouringCells	13
3.2.4 Flowchart Modul InitialiseChunks	14
3.2.5 Flowchart Modul GenerateChunk	16
3.2.6 Flowchart Modul UpdateGeneration	17
3.2.7 Flowchart Modul RecreateCell	18
3.2.8 Flowchart Modul CollapseCell	20
3.2.9 Flowchart Modul CollapseTile	21
3.2.10 Flowchart SetTileDecor	22
3.3 Perancangan Eksperimen Evaluasi	23
BAB 4 HASIL DAN DISKUSI	25

4.1	Spesifikasi Sistem	25
4.2	Hasil Implementasi	25
4.2.1	Inisialisasi Grid	25
4.2.2	Pembangunan Map	30
4.2.3	Simulasi Pembangunan Map	37
4.3	Hasil Evaluasi	48
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	56
5.1	Simpulan	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Waktu Eksekusi untuk pembangunan <i>Map</i> tanpa <i>Chunks</i> .	50
Tabel 4.2	Waktu Eksekusi untuk pembangunan <i>Map</i> dengan 2x2 <i>Chunks</i>	51
Tabel 4.3	Waktu Eksekusi untuk pembangunan <i>Map</i> dengan 4x4 <i>Chunks</i>	52
Tabel 4.4	Waktu Eksekusi untuk pembangunan <i>Map</i> dengan 8x8 <i>Chunks</i>	53
Tabel 4.5	Rata-Rata Waktu Eksekusi berdasarkan Jumlah <i>Chunks</i> . .	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	"Free Topdown Fantasy - Forest - Pixelart Tileset" by aamatniekss	11
Gambar 3.2	Flowchart <i>Wave Function Collapse</i>	12
Gambar 3.3	Flowchart Modul <i>Initialize Grid</i>	13
Gambar 3.4	Flowchart Modul <i>Set Neighbouring Cells</i>	14
Gambar 3.5	Flowchart Modul <i>Initialise Chunks</i>	15
Gambar 3.6	Flowchart Modul <i>Generate Chunk</i>	16
Gambar 3.7	Flowchart Modul <i>Update Generation</i>	18
Gambar 3.8	Flowchart Modul <i>Recreate Cell</i>	19
Gambar 3.9	Flowchart Modul <i>Collapse Cell</i>	21
Gambar 3.10	Flowchart Modul <i>Collapse Tile</i>	22
Gambar 3.11	Flowchart Modul <i>Set Tile Decor</i>	23
Gambar 4.1	Potongan Kode <i>Initialize Grid</i>	26
Gambar 4.2	Hasil Pembangunan <i>Grid</i> dengan Ukuran 8x8	27
Gambar 4.3	Potongan Kode <i>Set Neighbour Cells</i>	28
Gambar 4.4	Potongan Kode <i>Initialize Chunks</i>	29
Gambar 4.5	Pembagian <i>Grid</i> dengan Ukuran 8x8 menjadi 2x2 <i>Chunks</i>	30
Gambar 4.6	Potongan Kode <i>Generate Chunk</i>	31
Gambar 4.7	Potongan Kode <i>Update Generation</i>	32
Gambar 4.8	Potongan Kode <i>Recreate Cell</i>	33
Gambar 4.9	Potongan Kode <i>Collapse Cell</i>	34
Gambar 4.10	Potongan Kode <i>Collapse Tile</i>	35
Gambar 4.11	Contoh Tampilan <i>Map</i> yang sedang Dibangun	36
Gambar 4.12	Contoh Tampilan <i>Map</i> yang Selesai Dibangun	37
Gambar 4.13	Proses Pembangunan <i>Grid</i>	38
Gambar 4.14	Proses Pencarian Tetangga	39
Gambar 4.15	Proses Pembagian <i>Chunks</i>	40
Gambar 4.16	Awal Proses Pembangunan <i>Map</i>	41
Gambar 4.17	Nilai Entropi Awal <i>Cells</i>	42
Gambar 4.18	Penurunan <i>Cell0</i> menjadi <i>Tile</i> Perhutanan	43
Gambar 4.19	Pembaruan Pilihan <i>Tiles</i> pada <i>Cell</i> Tetangga	44
Gambar 4.20	Nilai Entropi Baru <i>Cells</i>	44
Gambar 4.21	Penurunan <i>Cell1</i> menjadi <i>Tile</i> Daratan	45
Gambar 4.22	Pembaruan Pilihan <i>Tiles</i> pada <i>Cell</i> Tetangga	46
Gambar 4.23	Nilai Entropi Baru <i>Cells</i>	47
Gambar 4.24	<i>Chunk</i> yang Telah Selesai Dibangun. (A) = Perairan, (D) = Daratan, (H) = Perhutanan	48
Gambar 4.25	Contoh Pembagian <i>Map</i> Ukuran 32x32 menjadi <i>Chunks</i>	49
Gambar 4.26	Hasil Waktu Eksekusi Pembangunan <i>Map</i> dalam Bentuk <i>Line Graph</i>	55

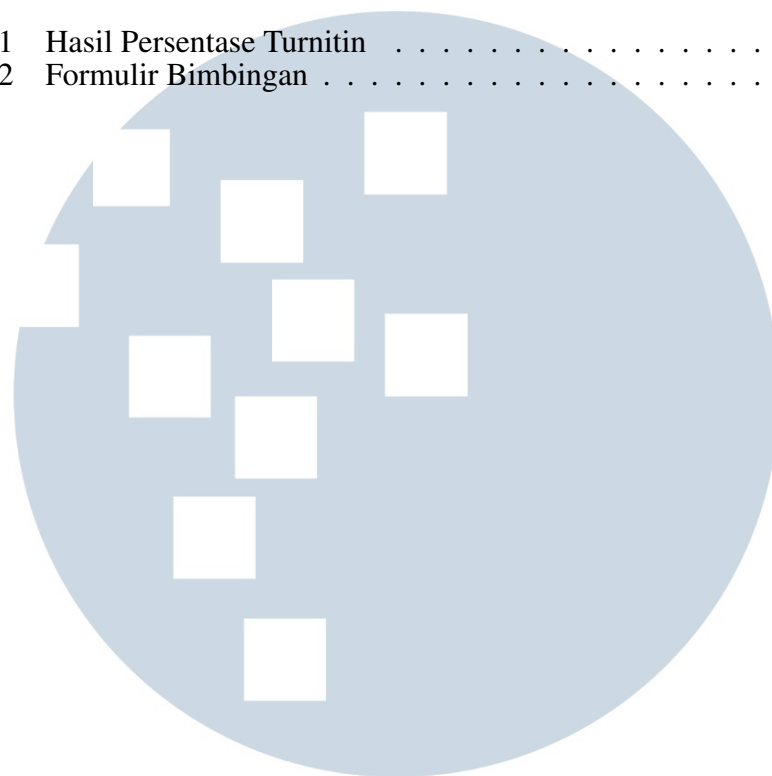
DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	<i>Entropy</i>	6
Rumus 3.1	<i>Execution Time</i>	23
Rumus 4.1	<i>Entropy Example 1</i>	41
Rumus 4.2	<i>Entropy Example 2</i>	42
Rumus 4.3	<i>Entropy Example 3</i>	43
Rumus 4.4	<i>Entropy Example 4</i>	44
Rumus 4.5	<i>Entropy Example 5</i>	46
Rumus 4.6	<i>Entropy Example 6</i>	46



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Persentase Turnitin	61
Lampiran 2	Formulir Bimbingan	63



UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA