

Expert System Perbandingan Algoritma Simple Hill Climbing dan Steepest Ascent Hill Climbing

Nanda Jarti^{1*}, Ellbert Hutabri²

Universitas Ibnu Sina, Batam, Jl. Teuku Umar, Lubuk Baja Kota, Telp (0778) 7058741
Universitas Putera Batam, Batam, Jalan R. Soeprapto Muka Kuning Kota Batam, Kepulauan Riau
29434

Email : nandaluthan@gmail.com¹ ellbert.hutabri@gmail.com²

Abstrak

Permainan Puzzle merupakan permainan yang banyak diminati oleh kalangan banyak orang baik usia anak anak, remaja maupun orang dewasa. Permainan ini bisa juga dikatakan sebagai permainan yang mengasa otak dan menyenangkan. Permasalahan penelitian ini yaitu susah bagi user mencari solusi untuk menemukannya goal antara algoritma Simple Hill Climbing dan Ascent hill Climbing. Manfaat permainan Puzzle yaitu mempelajari susunan huruf alfabet, Game puzzle memiliki banyak manfaat bagi perkembangan pola pikir seperti perkembangan kognitif, mengasah kemampuan dalam ingatan, Kemampuan motorik, melatih bentuk koordinasi mata dan tangan, mampu mencari solusi untuk memecahkan masalah dan yang lainnya. Tujuan penelitian ini yaitu mempermudah para pemain game puzzle untuk menyelesaikan permainan dengan cepat dan memperoleh solusi akhir untuk menyelesaikan permasalahan pada game puzzle. Untuk menyelesaikan solusi Menggunakan Algoritma Simple Hill Climbing dan Ascent hill Climbing, dari hasil kedua algoritma tersebut dibandingkan mana algoritma yang paling cepat menemukan solusi akhir Algoritma Ascent hill Climbing lebih cepat menemukan solusi karena proses pengerjaannya langsung dan hasilnya terlihat lebih cepat dan jelas. 6 proses iterasi untuk menyelesaikan kasus game puzzle.

Kata Kunci: Expert System, Searching, Puzzle-8, Perbandingan Algoritma, Goal State

Abstract

Puzzle games are games that are in great demand by many people, both children, adolescents and adults. This game can also be said to be a game that stimulates the brain and is fun. The problem of this research is that it is difficult for users to find solutions to find goals between the Simple Hill Climbing and Ascent hill Climbing algorithms. The benefits of puzzle games are learning the arrangement of letters of the alphabet, puzzle games have many benefits for the development of mindsets such as cognitive development, honing memory skills, motor skills, training the form of eye and hand coordination, being able to find solutions to solve problems and others. The purpose of this research is to make it easier for puzzle game players to finish the game quickly and get the final solution to solve problems in puzzle games. To complete the solution Using the Simple Hill Climbing and Ascent hill Climbing Algorithms, the results of the two algorithms are compared which is the fastest algorithm to find the final solution. The Ascent hill Climbing Algorithm finds solutions faster because the process is direct and the results look faster and clearer. 6 iteration processes to solve puzzle game cases.

Keywords; Expert Systems, search, Puzzle-8, Algorithm Comparison, Goal State

1. PENDAHULUAN

Artificial Intelligence dapat dikenal dengan cabang ilmu yang mempelajari system computer baik perangkat software dan hardware yang menyerupai otak manusia. Komputer diharapkan memecahkan masalah yang mudah ataupun yang rumit [1]. AI mampu menciptakan sebuah mesin untuk mampu berfikir dan bertindak laku rasional diantaranya:

1. Acting Humanly Acting humanly bentuk pendekatan menyerupai tingkah laku manusia melalui pengujian
2. Thinking Humanly yaitu bentuk introspeksi dengan sel otak memakai system pembelajaran menggunakan experiment
3. Thinking Rationally menggunakan system penalaran

4. Actng Rationally membuat atau menciptakan sebuah robotika yang mampu menggantikan pekerjaan manusia[2].

Game Puzzle adalah sebuah game menggunakan aplikasi yang menampilkan angka, huruf, gambar dengan cara menggeser masing masing kotak dengan waktu yang singkat untuk memperoleh solusi akhir[3]. Menurut hasil penelitian game puzzle mempunyai kelebihan untuk meningkatkan minat anak dalam belajar serta meningkatkan pola pikir anak [4]. Bentuk permainan Puzzle-8 dengan cara pergeseran kotak ke kanan ke kiri, ke atas dan ke bawah untuk mendapatkan nilai akhir berupa solusi. Bentuk dasar puzzle 8 terdiri dari sebuah bingkai 3x3 yang terdiri dari Sembilan kotak dengan masing masing posisi kotak memiliki satu [5]. Permainan puzzle juga permainan yan menantang daya kretifitas serta meningkatkan ingatan karena game ini sebuah game untuk memecahkan masalah, kadang susah menemukan solusi tapi menyenangkan karena dilakukan berulang ulang[6].

Untuk mencari sebuah pencarian dibutuhkan empat kriteria diantaranya:

1. Completeness : merupakan kriteria untuk menemukan solusi
2. Time complexity: berapa waktu yang dibutuhkan untuk menemukan solusi
3. Space complexity : Berapa banyak memori yang dibutuhkan
4. Optimality mencari solusi terbaik[7].

Untuk menyelesaikan kasus puzzle-8 terdapat 2 metode dalam pencarian yaitu 1. Pencarian Simple Hill Climbing 2. Pencarian Steepest-ascent Hill Climbing [8].

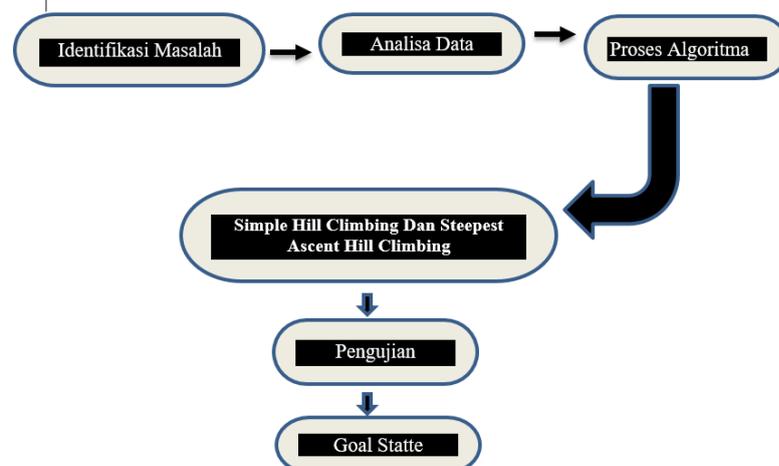
Perbedaan algoritma Simple Hill Climbing dengan Ascent hill Climbing yaitu algoritma simple hill climbing proses pengerjaannya dimulai dengan pambangunan yang dimulai dari kiri, jika ditemukan proses yang baru yang memiliki nilai lebaik baik dengan kondisi sebelumnya maka proses yang baru tersebut menjadi next text sedangkan algoritma ascent hill climbing untuk menentukan nilai next state, current state langsung dbandingan dengan successor yang terdekat [9].

Proses penyelesaian menggunakan algoritma simple hill climbing yaitu 1. Evaluasi stete yang dikerjakan , jika hasil ini goal state maka pekerjaan selesai dan Kembali ke luar dari program yang ada. Jika ini bukan state maka ulang sampai solusi ditemukan [10]). Untuk memperoleh hasil akhir di perlukan sebuah algoritma untuk menyelesaikan sebuah permasalahan yang menghasilkan solusi dengan cara mencari alternatif terpendek agar mendapatkan tujuan, Tujuan pencarian yaitu memberi petunjuk untuk mempermudah menyelesaikan masalah se efisien mungkin agar menghemat tenaga dan [11]. Proses pertama dalam proses pencarian yaitu memilih node menggunakan konsep heuristic sesuai simpul dan mengikuti aturan aturan yang sudah ditetapkan. Fungsi dari pencarian heuristic yaitu mampu menyelesaikan masalah dengan selektif dan memperoleh nilai goal yang kemungkinan paling besar [12].

2. METODE PENELITIAN

2.1. Metodologi Penelitian

Untuk menyelesaikan permasalahan pada Puzzle-8 diperlukan sebuah algoritma untuk menghasilkan goal sate, Proses penyelesaian menggunakan algoritma simple hill climbing dan ascent Hill Climbing diantaranya:



Gambar 1. Metodologi Penelitian

2.1.1 Proses Penyelesaian Algoritma

A. Algoritma Hill Climbing

Algoritma Hill Climbing menyelesaikan permasalahan dengan proses pencarian terdekat. Proses kerja yang dilakukan menentukan proses selanjutnya untuk memperoleh nilai titik yang akan dituju yang paling dekat dan yang paling menuju nilai tepat sasaran. Proses pencarian nilai menggunakan fungsi heuristic, Proses pembangkitan keadaan berikutnya bergantung pada feedback prosedur yang digunakan[13].

B. Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing:

Rumus Algoritma Steepest Ascent Hill Climbing:

$$f(n) = h(n) \quad (1)$$

keterangan:

$f(n)$ =perkiraan total cost terendah setiap path yang akan dilalui dari node n ke node tujuan.

$h(n)$ = perkiraan Heuristic atau Cost atau path dari node n ke tujuan Untuk menentukan nilai $h(n)$ ditunjukkan

oleh persamaan 1, berikut :

$h(n)$ =dimana :

$h(n)$ = nilai heuristik untuk node / titik n

X_n = nilai koordinat X dari node / titik n

Y_n = nilai koordinat Y dari node / titik n

X_{goal} = nilai koordinat X dari node / titik tujuan

Y_{goal} = nilai koordinat Y dari node / titik tujuan [14][15].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses kerja algoritma Stepest Ascent Hill Climbing yaitu dengan cara 1). Dimulai dengan keadaan awal, lakukan proses pengujian , jika menemukan tujuan, maka proses berhenti, dan jika tidak ditemukan tujuan maka proses selanjutnya yaitu melanjutkan proses keadaan saat ini merupakan keadaan sebagai posisi awal. 2). Lakukan proses tujuan hingga memperoleh hasil goal akhir sehingga menghasilkan perubahan dengan keadaan saat ini. Pada Algoritma Stepest Ascent Hill Climbing ada 3 kemungkinan permasalahan yang sering terjadi diantaranya:

- Keadaan posisi lebih buruk, atau sama dengan keadaan sekarang (*Local Optimum*)
- Semua keadaan sama dengan keadaan sekarang (*Plateau*)
- Posisi minimal yang disebabkan karena tidak bisa menggunakan operator 2 buah secara bersamaan (*Ridge*)

Proses Implementasi algoritma Stepest Ascent Hill Climbing

Keadaan Awal

A D
B H G
C E F

Tujuan

A	D	G
B	E	H
C	F	

Ruang keadaan:

Ruang Keadaan

	y →		
x ↓	1.1	1.2	1.3
	2.1	2.2	2.3
	3.1	3.2	3.3

Contohkan x = baris[1,2,3]

y =kolom [1,2,3]

Aturan yang digunakan

Posisi kotak kosong (x,y)

x = posisi baris pada kotak yang kosong

y = Posisi kotang yang kosong

- Geser posisi kotak kosong ke atas : Jika $x > 1$ maka $(x-1,y)$
- Geser posisi kotak kosong ke bawah : Jika $x < 3$ maka $(x+1,y)$
- Geser posisi kotak kosong ke Kanan : Jika $y < 3$ maka $(x,y+1)$
- Geser posisi kotak kosong ke Kiri : Jika $y > 1$ maka $(x,y-1)$

3.1.1 Steepest Ascent Hill Climbing

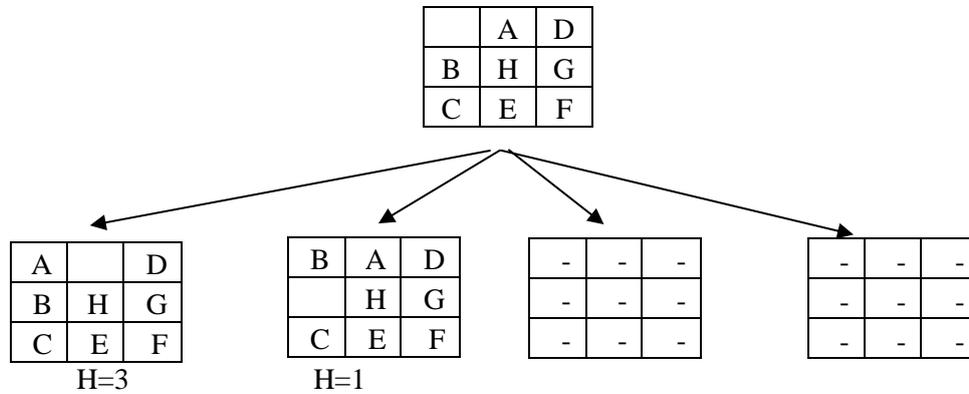
Proses penyelesaian menggunakan fungsi heuristic yang mana jumlah kotak yang memiliki

posisi benar, proses yang dipakai adalah posisi yang paling banyak benar.

1. Iterasi ke-1

Keadaan saat ini = keadaan awal

Posisi sekarang dikenakkn proses 4 operator sekaligus, hasilnya yaitu:

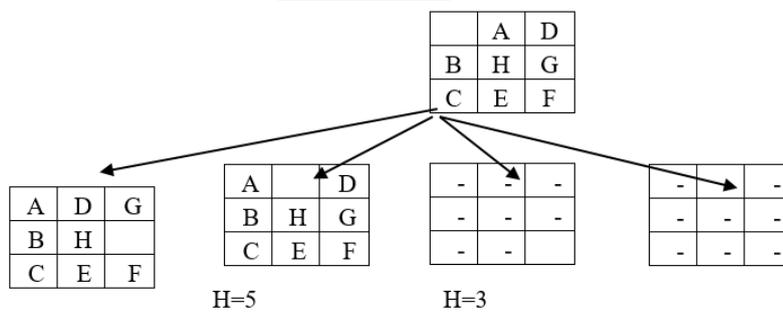
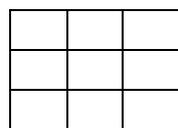
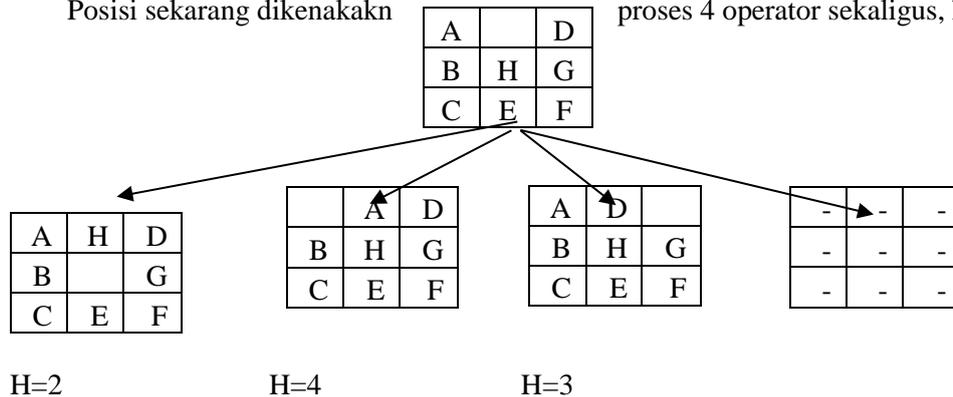


2. Iterasi ke-2

Keadaan saat ini = keadaan awal

Posisi sekarang dikenakkn

proses 4 operator sekaligus, hasilnya yaitu:



3. Iterasi ke-3

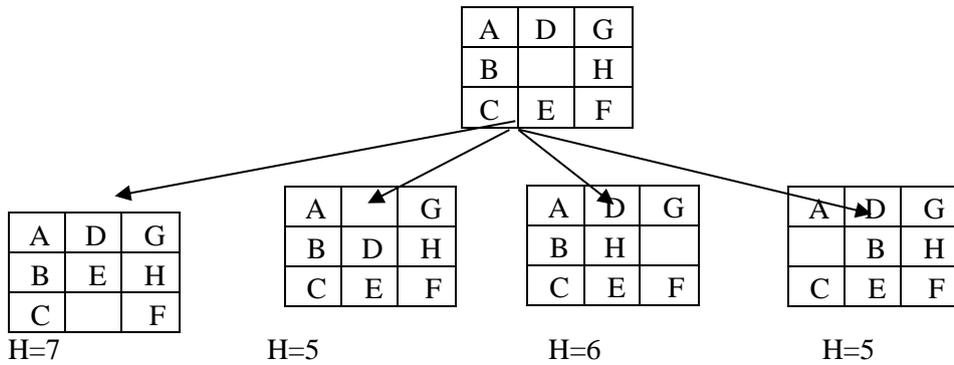
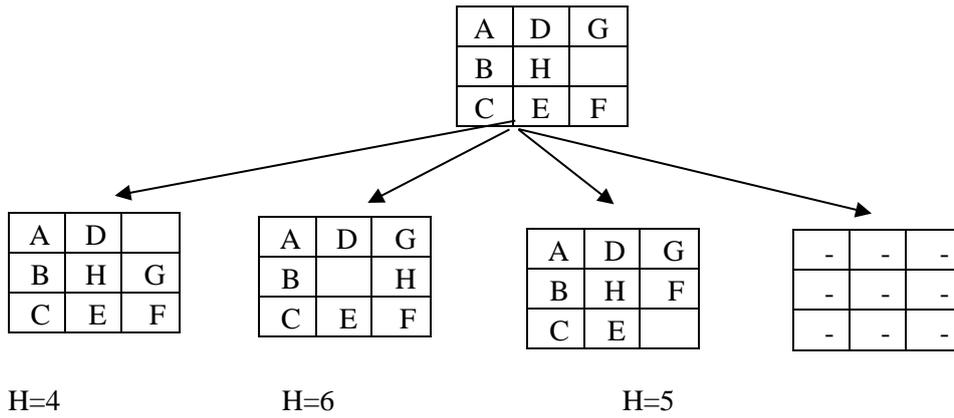
Keadaan saat ini = keadaan awal

Posisi sekarang dikenakkn proses 4 operator sekaligus, hasilnya yaitu:

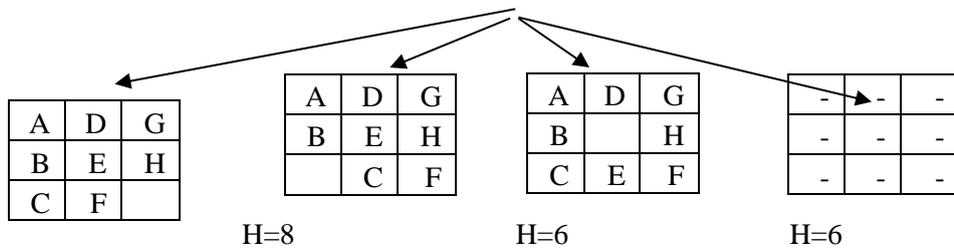
4. Iterasi ke-4

Keadaan saat ini = keadaan awal

Posisi sekarang dikenakkn proses 4 operator sekaligus, hasilnya yaitu:

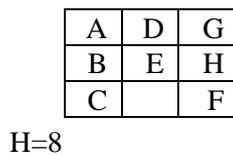


5. Iterasi ke-6
Keadaan saat ini = keadaan awal
Posisi sekarang dikenakan proses 4 operator sekaligus, hasilnya yaitu



6. Iterasi ke-7
Periksa keadaan awal=tujuan

Proses pencarian dihentikan
Solusi akhir



3.1.2 Simple Hill Climbing

Proses kerja Simple Hill Climbing

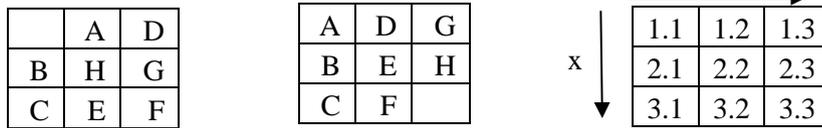
1. Memulai dengan posisi awal, Lakukan proses pengujian, jika ditemukan solusi maka berhenti dan jika tidak ditemukan solusi maka lanjutkan keadaan saat ini sebagai posisi keadaan awal.
2. Lakukan langkah langkah sehingga meneumukan solusi sampai tidak ada lagi operator baru
3. Gunakan operator yang belum pernah digunakan, jadikan operator ini sebagai operator yang baru
4. Nilai keadaan baru tersebut
 - a. Jika posisi baru merupakan tujuan maka keluar
 - b. Jika belum ditemukan tujuan, Namun nilai tersebut lebih baik dari keadaan saat ini, maka jadikan keadaan baru menjadi keadaan posisi saat ini

c. Jika kedua posisi tidak lebih baik, maka dilanjutkan dengan proses iterasi selanjutnya
 Terdapat 3 permasalahan yang sering ditemukan pada algoritma Simple Hill Climbing diantaranya:

1. Jika algoritma sudah ditemukan maka dia akan berhenti secara otomatis
2. Langkah langkah mempengaruhi pada penemuan solusi
3. Tidak diperbolehkan melihat langkah sebelumnya

Implementasi penyelesaian Algoritma Simple Hill Climbing

Keadaan Awal Tujuan Ruang Keadaan



Ruang keadaan:

Contohkan $x = \text{baris}[1,2,3]$ $y = \text{kolom}[1,2,3]$

Aturan yang digunakan

Posisi kotak kosong (x,y)

$x =$ posisi baris pada kotak yang kosong

$y =$ Posisi kotang yang kosong

- e. Geser posisi kotak kosong ke atas : Jika $x > 1$ maka $(x-1,y)$
- f. Geser posisi kotak kosong ke bawah : Jika $x < 3$ maka $(x+1,y)$
- g. Geser posisi kotak kosong ke Kanan : Jika $y < 3$ maka $(x,y+1)$
- h. Geser posisi kotak kosong ke Kiri : Jika $y > 1$ maka $(x,y-1)$

Proses penyelesaian menggunakan fungsi heuristic yang mana jumlah kotak yang memiliki posisi benar, proses yang dipakai adalah posisi yang paling banyak benar.

1. Iterasi-1

Cek posisi awal= Goal

Posisi keadaan sekarang = keadaan awal

Keadaan Sekarang

	A	D
B	H	G
C	E	F

Proses operator ke-

B=2

Keadaan selanjutnya

B	A	D
	H	G
C	E	F

B=1

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang $>$ dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

	A	D
B	H	G
C	E	F

B=2

Cek posisi keadaan sekarang =tujuan (goal)

Lanjut ke proses operator berikutnya

Keadaan Sekarang

	A	D
B	H	G
C	E	F

Proses operator ke-2

B=2

Keadaan selanjutnya

A		D
B	H	G
C	E	F

B=3

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang $<$ dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = Keadaan berikutnya

	A	D
B	H	G
C	E	F

B=3

2. Iterasi-2
 Cek posisi awal= Goal
 Posisi keadaan sekarang = keadaan awal

Keadaan Sekarang

Proses operator ke-3

	A	D
B	H	G
C	E	F

B=3

Keadaan selanjutnya

	A	D
B	H	G
C	E	F

B=2

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

Proses operator ke-4

A		D
B	H	G
C	E	F

B=3

Keadaan selanjutnya

A		D
B	H	G
C	E	F

B=3

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = sama

Keadaan Sekarang Keadaan selanjutnya

Proses operator ke-4

A		D
B	H	G
C	E	F

B=3

A	D	
B	H	G
C	E	F

B=4

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang < dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = Keadaan berikutnya

A	D	
B	H	G
C	E	F

B=4

3. Iterasi-3
 Cek posisi awal= Goal
 Posisi keadaan sekarang = keadaan awal

A	D	
B	H	G
C	E	F

Keadaan Sekarang
 Proses operator ke-4

B=4

Keadaan selanjutnya

A		D	
B	H	G	
C	E	F	

B=3

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

Proses operator ke-5

A	D	
B	H	G
C	E	F

B=4
 B=5

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B	H	
C	C	F

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang < dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = Keadaan berikutnya

B=5

A	D	G
B	H	
C	C	F

4. Iterasi-14

Cek posisi awal= Goal

Posisi keadaan sekarang = keadaan awal

Keadaan Sekarang

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B	H	
C	E	F

B=5

Proses operator ke-5

A	D	
B	H	G
E	5	F

B=4

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B	H	
C	E	F

Proses operator ke-6

A	D	G
B	H	F
C	E	

B=5

B=5

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = sama

Keadaan Sekarang

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B	H	
C	E	F

B=5

Proses operator ke-6

A	D	G
B		H
C	E	F

B=6

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang < dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = Keadaan berikutnya

1	4	7
2		8
3	5	6

B=6

5. Iterasi-5

Cek posisi awal= Goal

Posisi keadaan sekarang = keadaan awal

Keadaan Sekarang selanjutnya

Keadaan

A	D	G
B		H
C	E	F

Proses operator ke-7

A		G
B	D	H
C	E	F

B=6

B=5

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B		H
C	E	F

Proses operator ke-8

A	D	G
B	H	
C	E	H

B=6

B=5

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

A	D	G
B		H
C	E	F

Proses operator ke-9

B=6

Keadaan selanjutnya

A	D	G
	B	H
C	E	F

B=6

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

A	D	G
B		H
C	E	F

B=6

Proses operator ke-10

A	D	G
B	E	H
C		F

B=7

KeadaanSelanjutnya

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang < dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = Keadaan berikutnya

A	D	G
B	E	H
C		F

B=7

6. Iterasi-6

Cek posisi awal= Goal

Posisi keadaan sekarang = keadaan awal

Keadaan Sekarang

A	D	G
B	E	H
C		F

B=7

Proses operator ke-11

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B	E	H
	C	F

B=6

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

A	D	G
B	E	H
C		F

Proses operator ke-11

B=7

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B		H
C	E	F

B=6

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang > dengan posisi pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = tetap tidak berubah

Keadaan Sekarang

A	D	G
B	E	H
C		F

Proses operator ke-11

B=7

Keadaan selanjutnya

A	D	G
B	E	H
C	F	

B=8

Posisi yang benar dengan keadaan sekarang < dengan posisi yang sudah benar pada keadaan selanjutnya, maka keadaan posisi sekarang = Keadaan berikutnya

Keadaan Sekarang

A	D	G
B	E	H
C	F	

B=8

Posisi sekarang sudah menemukan tujuan

(Goal) Pencarian di hentikan

Keadaan Sekarang

A	D	G	B=8 puzzle
B	E	H	
C	F		

Berikut ini merupakan hasil proses iterasi

Tabel 4.1 Hasil Iterasi

Iterasi	Nilai Angka	Heuristik
2	0+1+1+0+0+0+0+0	2
3	1+1+1+0+0+0+0+0	3
4	1+1+1+1+0+0+0+0	4
5	1+1+1+1+0+0+1+0	5
6	1+1+1+1+0+0+1+1	6
7	1+1+1+1+1+0+1+1	7
8	1+1+1+1+1+0+1+1	8

Hasil Akhir diperoleh dari proses 6 iterasi yang mana setiap iterasi memiliki nilai pergeseran puzzle 1 yang menepati posisi benar. Algoritma simple hill climbing dan ascent climbing memiliki 6 proses iterasi, Namun proses penyelesaian berbeda. Ascent hill climbing lebih cepat menghasilkan goal dibanding Simple hill Climbing.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang sudah ditemukan diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Algoritma Simple Hill Climbing dan Ascent Hill Climbing mampu menghasilkan solusi goal state dengan benar
2. Perbedaan algoritma ini terletak pada proses pengerjaan iterasi, Algoritma Simple hill Climbing dikerjakan satu persatu posisi yang bergeser sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaan dan membutuhkan memori yang besar dalam penyimpanan.
3. Algoritma mampu menyelesaikan masalah menggunakan Algoritma Simple Hill Climbing dan Ascent Hill Climbing, proses iterasi sama amu proses pengerjaan yang berbeda. Masing masing algoritma sama sama membutuhkan 6 proses iterasi untuk menemukan state akhir.
4. Algoritma ascent hill climbing menampilkan proses secara langsung dan dapat dilihat dengan cepat Langkah mana yang harus dikerjakan untuk memperoleh goal state sehingga mudah untuk menemukan goal state dan membutuhkan memori yang kecil dalam momori penyimpanan dan membutuhkan waktu yang sedikit untuk menemukan solusi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

[1] *COMPUTING | Jurnal Informatika*, 6(2), 58–78. <https://ejournal.unibba.ac.id/index.php/computing/article/view/206>

[2] Abraham, D., Permana, I. W., Nugraha, R. A., Alvian, M., Elektro, J. T., Sultan, U., Tirtayasa, A., Climbing, S. H., Climbing, S. H., & Climbing, S. H. (2015). *Penyelesaian Masalah 8-Puzzle dengan Algoritma Steepest-Ascent Hill Climbing*. 4(1), 40–44.

[3] Martin, A. (2021). Implementasi Metode Pencarian Heuristic Hill Climbing Dalam Penyelesaian Puzzle-8. *TECHSI - Jurnal Teknik Informatika*, 13(2), 32. <https://doi.org/10.29103/techsi.v13i2.3548>.

[4] Sari, M. F. M. (2021). Penerapan Algoritma Ascent Hill Climbing Pada Game Edukasi Penyusunan Deretan Angka Puzzle-8. *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 3(2), 141. <https://doi.org/10.30865/json.v3i2.3612>.

[5] M, P. M. P. (2021). Game Edukasi Pembelajaran Menghitung Susunan Angka Pada Puzzle-8 Menggunakan Metode Steepest Ascent Hill Climbing. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 3(3), 148–154. <https://doi.org/10.47065/bits.v3i3.1015>

[6] Nari, N., Akmay, Y., & Sasmita, D. (2020). Penerapan permainan puzzle untuk meningkatkan kemampuan membilang. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 7(1), 44–52. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v7i1.26499>

- [7] Desti Fitriati¹, N. M. N. (2019). *IMPLEMENTASI ALGORITMA HILL CLIMBING PADA PENENTUAN*. 1(3).
- [8] Hakim, L. (n.d.). Modifikasi Algoritma Steepest-Ascent Hill Climbing Dan Backtracking Untuk Pencarian Lintasan Kritis Proyek Modified Steepest-Ascent Hill Climbing and Backtracking Algorithm for Project Critical Path Finding. *Cogito Smart Journal* |, 4(2).
- [9] Afero, Y. (2021). *PENERAPAN KASUS ALGORITMA ASCENT HILL CLIMBING DALAM PERMAINAN PUZZLE* 8 *Abstrak*. 14(2), 325–331.
- [10] Adharani, Y., & Susilowati, E. (n.d.). *PENERAPAN METODE SIMPLE HILL CLIMBING SEARCH UNTUK PENCARIAN LOKASI TERDEKAT SEKOLAH MENENGAH ATAS MUHAMMADIYAH*. 7.
- [11] Purnia, D. S. (2020). Indonesian Journal of Computer Science. *STMIK Indonesia Padang*, 6(1), 62.
- [12] Vickraien Dangkoa, E., Gunawan, V., & Adi, K. (2015). Penerapan Metode Hill Climbing Pada Sistem Informasi Geografis Untuk Mencari Lintasan Terpendek. In *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* (Vol. 01, Issue 10). Diterima Publikasi.
- [13] V. Y. I. Ilwaru¹, T. Sumah², Y.A.Lesnussa³, Z. A. L. (2017). *Perbandingan Algoritma Hill Climbing Dan Algoritma Ant Colony Dalam Penentuan Rute Optimum Comparison Of Hill Climbing Algorithm And Ant Colony Algorithm In Determining Optimum Route*. 11, 139–150.
- [14] Meri, R. (2022). *IMPLEMENTASI ALGORITMA STEEPEST ASCENT HILL CLIMBING UNTUK*. 6(1).
- [15] Anam, H., Hanafi, F. S., & Adifia, A. F. (2018). *Penerapan Metode Steepest Ascent Hill Climb pada Permainan Puzzle*. 3(2), 36–40.