

**SKRIPSI**

**PENYELESAIAN PERMAINAN *HITORI* MENGGUNAKAN  
ALGORITMA GENETIKA**



**ANDREAS BAGUS MALDINI**

**NPM: 2015730054**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
2020**



UNDERGRADUATE THESIS

SOLVING *HITORI* PUZZLE WITH GENETIC ALGORITHM



ANDREAS BAGUS MALDINI

NPM: 2015730054

DEPARTMENT OF INFORMATICS  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENCES  
PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
2020



## PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **PENYELESAIAN PERMAINAN *HITORI* MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 10 Juni 2020



**ANDREAS BAGUS MALDINI**  
NPM: 2015730054

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENYELESAIAN PERMAINAN *HITORI* MENGGUNAKAN  
ALGORITMA GENETIKA**

**ANDREAS BAGUS MALDINI**

**NPM: 2015730054**

**Bandung, 10 Juni 2020**

**Menyetujui,**

**Pembimbing**

**Dr.rer.nat. Cecilia Esti Nugraheni**

**Ketua Tim Penguji**

**Anggota Tim Penguji**

**Chandra Wijaya, M.T.**

**Husnul Hakim, M.T.**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi**

**Mariskha Tri Adithia, P.D.Eng**



## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **PENYELESAIAN PERMAINAN *HITORI* MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA**

adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung segala risiko dan sanksi yang dijatuhkan kepada saya, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non-formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini.

Dinyatakan di Bandung,  
Tanggal 10 Juni 2020

ANDREAS BAGUS MALDINI  
NPM: 2015730054





## ABSTRAK

Hitori adalah sebuah permainan *puzzle* yang dimainkan pada bidang dua dimensi dengan ukuran baris dan kolom yang sama. Permainan ini diterbitkan oleh sebuah perusahaan penerbit asal Tokyo, Jepang. Permainan Hitori diperkenalkan pertama kali ke publik pada Maret 1990. Hitori dimainkan dengan mengeliminasi angka-angka dengan kemunculan lebih dari satu kali, yang terdapat pada baris maupun kolom bidang permainan. Angka-angka yang dieliminasi pun tidak boleh saling bertetangga satu sama lain, baik secara horizontal maupun vertikal (bidang orthogonal). Kemudian angka-angka yang tidak dieliminasi harus saling terhubung satu sama lain dan tidak terisolasi oleh angka-angka yang dieliminasi. Permainan Hitori berhasil diselesaikan apabila tidak terdapat angka-angka duplikat pada tiap baris dan tiap kolom permainan. Hitori merupakan permainan logika yang bersifat *NP-Complete*, dimana solusi dari permainan ini dapat dicari dengan menggunakan algoritma Brute Force.

Algoritma genetika merupakan algoritma pencarian yang terinspirasi dari proses *natural selection*. Algoritma genetika dapat digunakan untuk memecahkan *combinatorial optimization problems* yang sulit. Algoritma genetika ini dikemukakan oleh John Holland dari Michigan University pada 1975. John Holland mengkombinasikan keberhasilan suatu struktur untuk bertahan hidup (*survival of the fittest*).

Algoritma genetika menjalankan operasi-operasi seleksi, persilangan, mutasi, dan elitism untuk mencari kandidat solusi dari suatu permasalahan yang hendak diselesaikan. Aturan-aturan main pada permainan Hitori akan dijadikan sebagai landasan penghitungan nilai *fitness* pada algoritma genetika yang akan diimplementasikan. Singkatnya, semakin banyak aturan main yang dilanggar oleh sebuah kandidat solusi, maka nilai *fitness* untuk kandidat solusi tersebut semakin buruk/kecil. Kandidat solusi yang tidak melanggar satu pun aturan main dari permainan Hitori, ditampilkan sebagai solusi dari permainan Hitori. Pada penelitian ini dibangun sebuah perangkat lunak permainan *puzzle* Hitori dengan ukuran 5x5, algoritma genetika diterapkan pada perangkat lunak ini untuk mencari solusi permainan dari *puzzle* Hitori. Hasil pengujian atas pengimplementasian algoritma genetika dalam menyelesaikan permainan Hitori adalah sebesar 94%. Dalam penelitian ini, algoritma genetika berhasil menyelesaikan 47 soal permainan Hitori dari 50 soal permainan yang tersedia.

**Kata-kata kunci:** Hitori, genetika, algoritma genetika, seleksi, persilangan, mutasi, dan elitism



## ABSTRACT

Hitori is a puzzle game that played in 2 dimensions area with the same size for row and column. This game was published by a publisher company from Tokyo, Japan. Hitori game introduced to public for the first time in March 1990. Hitori played by eliminating numbers that appears more than once in a row or a column. Those numbers that eliminated can not be adjacent to each other, whether in horizontal nor vertical (orthogonal area). Then, numbers that were not eliminated must be connected one to each other and not isolated by the eliminated ones. Hitori puzzle are successfully completed when there are no longer duplicate numbers on each row and each column on the game. Hitori is a logic game that are *NP-Complete*, where the solution of the game can be searched by a Brute Force algorithm.

Genetic algorithm is a searching algorithm that inspired by the process of natural selection. Genetic algorithm can be use for solving hard combinatorial optimization problems. Genetic algorithm was introduced by John Holland from Michigan University in 1975. John Holland combined the success of a structure to survive (survival of the fittest).

Genetic algorithm performs selections, crossover, mutation, and elitism to find a candidate solution of a problem that being solved. The rules from the game will serve as foundation to calculate the fitness value. In short, the more of the rules violated by the candidate solution, fitness value for that candidate solution are worsening. Candidate solution that does not violated a single rule from the game, presented as the solution of the game. This research will build a software with Hitori game with the size of 5x5, genetic algorithm are implemented in the software to find the solution of Hitori game. Examination results from the genetic algorithm that implemented to solve the Hitori puzzle are 94%. In this research, genetic algorithm successfully solves 47 games out of 50 games that available.

**Keywords:** Hitori, genetic, genetic algorithm, selection, crossover, mutation, and elitism



*"My Precious..." -Gollum*



## KATA PENGANTAR

Penulis ingin mengucapkan terima kasih pada pihak-pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini, yaitu:

1. Orangtua, keluarga serta teman-teman seperjuangan.
  2. Ibu Dr.rer.nat Cecilia Esti Nugraheni S.T., M.T. selaku dosen pembimbing penulis, atas ilmu, saran, serta bimbingan yang diberikan dalam penyelesaian penelitian ini.
  3. Ibu Vania Natali S.Kom, M.T. selaku dosen wali penulis selama menempuh studi di Informatika.
  4. Bapak Chandra Wijaya S.T., M.T. selaku dosen penguji penulis dan dosen yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan studi di Informatika.
  5. Tenaga pengajar di Informatika dan Universitas Katolik Parahyangan.
- Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Bandung, Juni 2020

Penulis





# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xxiii</b>
<b>1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang . . . . .	1
1.2 Rumusan Masalah . . . . .	1
1.3 Tujuan . . . . .	2
1.4 Batasan Masalah . . . . .	2
1.5 Metodologi . . . . .	2
1.6 Sistematika Pembahasan . . . . .	2
<b>2 LANDASAN TEORI</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Hitori</i> . . . . .	3
2.2 Genetika . . . . .	4
2.2.1 Operasi Persilangan . . . . .	4
2.2.2 Operasi Mutasi . . . . .	5
2.3 Algoritma Genetika . . . . .	6
2.3.1 Cara Kerja Algoritma Genetika . . . . .	7
2.3.2 Inialisasi Populasi . . . . .	7
2.3.3 Operasi Seleksi . . . . .	8
2.3.4 Operator Regenerasi . . . . .	11
2.3.5 Diagram alir Algoritma Genetika . . . . .	15
<b>3 ANALISIS</b>	<b>17</b>
3.1 Analisis Data Masukan / <i>Input</i> . . . . .	17
3.2 Pemodelan Kromosom . . . . .	18
3.3 Inialisasi Populasi . . . . .	19
3.4 Operasi Seleksi . . . . .	20
3.4.1 <i>Roulette Wheel Selection</i> . . . . .	20
3.4.2 Nilai <i>Fitness</i> Setiap Kromosom . . . . .	20
3.4.3 <i>Ranking</i> Setiap Kromosom . . . . .	22
3.5 Operasi Regenerasi . . . . .	22
3.5.1 Persilangan . . . . .	22
3.5.2 Mutasi . . . . .	23
3.5.3 Elitism . . . . .	24
3.6 Diagram <i>Use Case</i> dan Skenario . . . . .	24
<b>4 PERANCANGAN</b>	<b>29</b>

4.1	Data Masukan	29
4.2	Data Keluaran	30
4.3	Perancangan Antarmuka	31
4.3.1	Antarmuka Deskripsi	31
4.3.2	Antarmuka <i>Credit</i>	32
4.3.3	Antarmuka Aturan Main	33
4.3.4	Antarmuka Main	34
4.3.5	Antarmuka Algoritma	35
4.4	Perancangan Algoritma dengan <i>Pseudocode</i>	36
4.4.1	<i>Pseudocode</i> Operasi Seleksi	36
4.4.2	<i>Pseudocode</i> Kondisi Berhenti	36
4.5	Diagram Kelas	37
4.5.1	Kelas HitoriPuzzle	38
4.5.2	Kelas FXMLDocumentController	38
4.5.3	Kelas CreditController	39
4.5.4	Kelas AturanMainController	39
4.5.5	Kelas HitoriSatuController	39
4.5.6	Kelas individuKromosom	42
4.5.7	Kelas populasiKromosom	44
4.5.8	Kelas algoritmaGenetika	45
4.5.9	Kelas Eksperimen	46
<b>5</b>	<b>IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN</b>	<b>49</b>
5.1	Lingkungan Pengujian	49
5.2	Implementasi	49
5.2.1	Antarmuka Deskripsi	50
5.2.2	Antarmuka Credit	51
5.2.3	Antarmuka Aturan Main	52
5.2.4	Antarmuka Main	53
5.2.5	Antarmuka Algoritma Genetika	54
5.3	Pengujian Fungsional	55
5.4	Pengujian Kinerja Algoritma	64
<b>6</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>73</b>
6.1	Kesimpulan	73
6.2	Saran	73
	<b>DAFTAR REFERENSI</b>	<b>75</b>
	<b>A KODE PROGRAM</b>	<b>77</b>
	<b>B EKSPERIMEN PERMAINAN <i>Puzzle Hitori</i></b>	<b>97</b>
	<b>C FILE <i>puzzles.txt</i></b>	<b>111</b>

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Sebuah <i>Puzzle Hitori</i> . . . . .	3
2.2	Sebuah solusi <i>Puzzle Hitori</i> . . . . .	3
2.3	Gambar sebuah genetika dalam sebuah sel . . . . .	4
2.4	Gambar sebuah semangka tanpa biji hasil rekayasa genetika (mutasi) . . . . .	5
2.5	Gambar ilustrasi dari sebuah populasi . . . . .	6
2.6	Gambar ilustrasi kromosom dengan representasi bilangan biner . . . . .	7
2.7	Gambar ilustrasi kromosom dengan representasi bilangan real . . . . .	7
2.8	Gambar ilustrasi kromosom dengan representasi sebuah permutasi . . . . .	7
2.9	Gambar ilustrasi mekanisme turnamen biner . . . . .	8
2.10	Gambar ilustrasi mekanisme k-Turnamen . . . . .	9
2.11	Gambar garis hasil pemetaan nilai <i>fitness</i> kromosom . . . . .	9
2.12	Gambar sebuah ilustrasi bagaimana mekanisme <i>roulette wheeling</i> bekerja . . . . .	10
2.13	Gambar dua buah kromosom yang akan dilakukan operasi persilangan . . . . .	11
2.14	Gambar dua buah kromosom baru setelah dilakukan operasi persilangan . . . . .	12
2.15	Gambar dua buah kromosom yang akan dilakukan operasi persilangan . . . . .	12
2.16	Gambar dua buah kromosom baru setelah dilakukan operasi persilangan . . . . .	12
2.17	Gambar dua buah kromosom yang akan dilakukan operasi persilangan . . . . .	13
2.18	Gambar dua buah kromosom baru setelah dilakukan operasi persilangan . . . . .	13
2.19	Gambar sebuah kromosom yang akan dilakukan proses mutasi <i>reverse value</i> . . . . .	13
2.20	Gambar sebuah kromosom setelah dilakukan proses mutasi <i>reverse value</i> . . . . .	13
2.21	Gambar sebuah kromosom yang akan dilakukan proses mutasi <i>swap</i> . . . . .	14
2.22	Gambar sebuah kromosom setelah dilakukan proses mutasi <i>swap</i> . . . . .	14
2.23	Gambar sebuah kromosom yang akan dilakukan proses mutasi <i>insertion</i> . . . . .	14
2.24	Gambar sebuah kromosom setelah dilakukan proses mutasi <i>insertion</i> . . . . .	14
2.25	Gambar sebuah kromosom yang akan dilakukan proses mutasi <i>scramble</i> . . . . .	15
2.26	Gambar sebuah kromosom setelah dilakukan proses mutasi <i>scramble</i> . . . . .	15
2.27	Gambar diagram alir dari algoritma genetika . . . . .	15
3.1	Sebuah <i>Puzzle Hitori</i> . . . . .	17
3.2	Sebuah solusi <i>Puzzle Hitori</i> . . . . .	17
3.3	Ilustrasi pemodelan kromosom dari permainan <i>puzzle hitori</i> bagian 1 . . . . .	18
3.4	Ilustrasi pemodelan kromosom dari permainan <i>puzzle hitori</i> bagian 2 . . . . .	18
3.5	Ilustrasi Gambar 3.2 setelah diubah menjadi sebuah kromosom . . . . .	18
3.6	Ilustrasi Gambar 3.5 setelah diubah menjadi sebuah kromosom representasi biner . . . . .	19
3.7	Gambar dua buah kromosom yang akan dilakukan operasi persilangan . . . . .	23
3.8	Gambar dua buah kromosom baru setelah dilakukan operasi persilangan . . . . .	23
3.9	Gambar sebuah kromosom yang akan dilakukan operasi mutasi . . . . .	24
3.10	Gambar sebuah kromosom baru setelah dilakukan operasi mutasi . . . . .	24
3.11	Diagram <i>Use Case</i> untuk perangkat lunak . . . . .	25
4.1	Gambar sebuah ( <i>file</i> ) teks masukan . . . . .	29
4.2	Baris kedua dari <i>file</i> masukan . . . . .	30
4.3	Bentuk <i>puzzle hitori</i> dari baris ke-2 . . . . .	30

4.4	Bentuk solusi yang dihasilkan algoritma genetika	30
4.5	Bentuk solusi yang ditampilkan perangkat lunak	30
4.6	Halaman Antarmuka Deskripsi	31
4.7	Halaman Antarmuka Credit	32
4.8	Halaman Antarmuka Aturan Main	33
4.9	Halaman Antarmuka Main	34
4.10	Halaman Antarmuka Algoritma	35
4.11	<i>Pseudocode</i> operasi seleksi <i>roulette wheel selection</i>	36
4.12	<i>Pseudocode</i> kondisi berhenti algoritma genetika	36
4.13	Diagram kelas perangkat lunak <i>puzzle Hitori</i>	37
4.14	Diagram kelas HitoriPuzzle	38
4.15	Diagram kelas FXMLElementController	38
4.16	Diagram kelas CreditController	39
4.17	Diagram kelas AturanMainController	39
4.18	Diagram kelas HitoriSatuController	42
4.19	Diagram kelas individuKromosom	44
4.20	Diagram kelas populasiKromosom	45
4.21	Diagram kelas algoritmaGenetika	46
4.22	Diagram kelas eksperimen	47
5.1	Gambar antarmuka halaman deskripsi	50
5.2	Gambar antarmuka halaman credit	51
5.3	Gambar antarmuka halaman aturan main	52
5.4	Gambar antarmuka halaman main	53
5.5	Gambar antarmuka halaman algoritma genetika	54
5.6	Gambar pengujian eliminasi tombol-tombol <i>puzzle hitori</i>	55
5.7	Gambar pengujian pembatalan eliminasi tombol-tombol <i>puzzle Hitori</i>	56
5.8	Gambar pengujian melanggar aturan main 1	57
5.9	Gambar pengujian melanggar aturan main 2	58
5.10	Gambar pengujian melanggar aturan main 3	59
5.11	Gambar pengujian solusi benar	60
5.12	Gambar pengujian tombol solusi	61
5.13	Gambar pengujian solusi yang diberikan	62
5.14	Gambar pengujian berpindah permainan selanjutnya	63
5.15	Gambar pengujian berpindah permainan sebelumnya	64
B.1	<i>Puzzle Hitori 1</i>	97
B.2	Solusi <i>Puzzle Hitori 1</i>	97
B.3	<i>Puzzle Hitori 2</i>	97
B.4	Solusi <i>Puzzle Hitori 2</i>	97
B.5	<i>Puzzle Hitori 3</i>	97
B.6	Solusi <i>Puzzle Hitori 3</i>	97
B.7	<i>Puzzle Hitori 4</i>	98
B.8	Solusi <i>Puzzle Hitori 4</i>	98
B.9	<i>Puzzle Hitori 5</i>	98
B.10	Solusi <i>Puzzle Hitori 5</i>	98
B.11	<i>Puzzle Hitori 6</i>	98
B.12	Solusi <i>Puzzle Hitori 6</i>	98
B.13	<i>Puzzle Hitori 7</i>	98
B.14	Solusi <i>Puzzle Hitori 7</i>	98
B.15	<i>Puzzle Hitori 8</i>	99
B.16	Solusi <i>Puzzle Hitori 8</i>	99

B.17 <i>Puzzle Hitori 9</i>	99
B.18 Solusi <i>Puzzle Hitori 9</i>	99
B.19 <i>Puzzle Hitori 10</i>	99
B.20 Solusi <i>Puzzle Hitori 10</i>	99
B.21 <i>Puzzle Hitori 11</i>	99
B.22 Solusi <i>Puzzle Hitori 11</i>	99
B.23 <i>Puzzle Hitori 12</i>	100
B.24 Solusi <i>Puzzle Hitori 12</i>	100
B.25 <i>Puzzle Hitori 13</i>	100
B.26 Solusi <i>Puzzle Hitori 13</i>	100
B.27 <i>Puzzle Hitori 14</i>	100
B.28 Solusi <i>Puzzle Hitori 14</i>	100
B.29 <i>Puzzle Hitori 15</i>	100
B.30 Solusi <i>Puzzle Hitori 15</i>	100
B.31 <i>Puzzle Hitori 16</i>	101
B.32 Solusi <i>Puzzle Hitori 16</i>	101
B.33 <i>Puzzle Hitori 17</i>	101
B.34 Solusi <i>Puzzle Hitori 17</i>	101
B.35 <i>Puzzle Hitori 18</i>	101
B.36 Solusi <i>Puzzle Hitori 18</i>	101
B.37 <i>Puzzle Hitori 19</i>	101
B.38 Solusi <i>Puzzle Hitori 19</i>	101
B.39 <i>Puzzle Hitori 20</i>	102
B.40 Solusi <i>Puzzle Hitori 20</i>	102
B.41 <i>Puzzle Hitori 21</i>	102
B.42 Solusi <i>Puzzle Hitori 21</i>	102
B.43 <i>Puzzle Hitori 22</i>	102
B.44 Solusi <i>Puzzle Hitori 22</i>	102
B.45 <i>Puzzle Hitori 23</i>	102
B.46 Solusi <i>Puzzle Hitori 23</i>	102
B.47 <i>Puzzle Hitori 24</i>	103
B.48 Solusi <i>Puzzle Hitori 24</i>	103
B.49 <i>Puzzle Hitori 25</i>	103
B.50 Solusi <i>Puzzle Hitori 25</i>	103
B.51 <i>Puzzle Hitori 26</i>	103
B.52 Solusi <i>Puzzle Hitori 26</i>	103
B.53 <i>Puzzle Hitori 27</i>	103
B.54 Solusi <i>Puzzle Hitori 27</i>	103
B.55 <i>Puzzle Hitori 28</i>	104
B.56 Solusi <i>Puzzle Hitori 28</i>	104
B.57 <i>Puzzle Hitori 29</i>	104
B.58 Solusi <i>Puzzle Hitori 29</i>	104
B.59 <i>Puzzle Hitori 30</i>	104
B.60 Solusi <i>Puzzle Hitori 30</i>	104
B.61 <i>Puzzle Hitori 31</i>	104
B.62 Solusi <i>Puzzle Hitori 31</i>	104
B.63 <i>Puzzle Hitori 32</i>	105
B.64 Solusi <i>Puzzle Hitori 32</i>	105
B.65 <i>Puzzle Hitori 33</i>	105
B.66 Solusi <i>Puzzle Hitori 33</i>	105
B.67 <i>Puzzle Hitori 34</i>	105

B.68 Solusi <i>Puzzle Hitori 34</i> . . . . .	105
B.69 <i>Puzzle Hitori 35</i> . . . . .	105
B.70 Solusi <i>Puzzle Hitori 35</i> . . . . .	105
B.71 <i>Puzzle Hitori 36</i> . . . . .	106
B.72 Solusi <i>Puzzle Hitori 36</i> . . . . .	106
B.73 <i>Puzzle Hitori 37</i> . . . . .	106
B.74 Solusi <i>Puzzle Hitori 37</i> . . . . .	106
B.75 <i>Puzzle Hitori 38</i> . . . . .	106
B.76 Solusi <i>Puzzle Hitori 38</i> . . . . .	106
B.77 <i>Puzzle Hitori 39</i> . . . . .	106
B.78 Solusi <i>Puzzle Hitori 39</i> . . . . .	106
B.79 <i>Puzzle Hitori 40</i> . . . . .	107
B.80 Solusi <i>Puzzle Hitori 40</i> . . . . .	107
B.81 <i>Puzzle Hitori 41</i> . . . . .	107
B.82 Solusi <i>Puzzle Hitori 41</i> . . . . .	107
B.83 <i>Puzzle Hitori 42</i> . . . . .	107
B.84 Solusi <i>Puzzle Hitori 42</i> . . . . .	107
B.85 <i>Puzzle Hitori 43</i> . . . . .	107
B.86 Solusi <i>Puzzle Hitori 43</i> . . . . .	107
B.87 <i>Puzzle Hitori 44</i> . . . . .	108
B.88 Solusi <i>Puzzle Hitori 44</i> . . . . .	108
B.89 <i>Puzzle Hitori 45</i> . . . . .	108
B.90 Solusi <i>Puzzle Hitori 45</i> . . . . .	108
B.91 <i>Puzzle Hitori 46</i> . . . . .	108
B.92 Solusi <i>Puzzle Hitori 46</i> . . . . .	108
B.93 <i>Puzzle Hitori 47</i> . . . . .	108
B.94 Solusi <i>Puzzle Hitori 47</i> . . . . .	108
B.95 <i>Puzzle Hitori 48</i> . . . . .	109
B.96 Solusi <i>Puzzle Hitori 48</i> . . . . .	109
B.97 <i>Puzzle Hitori 49</i> . . . . .	109
B.98 Solusi <i>Puzzle Hitori 49</i> . . . . .	109
B.99 <i>Puzzle Hitori 50</i> . . . . .	109
B.100 Solusi <i>Puzzle Hitori 50</i> . . . . .	109

## DAFTAR TABEL

2.1	Tabel contoh <i>roulette wheeling selection</i> . . . . .	9
3.1	Ilustrasi populasi kromosom (bagian 1) . . . . .	19
3.2	Ilustrasi populasi kromosom (bagian 2) . . . . .	20
3.3	Tabel ilustrasi nilai <i>fitness</i> . . . . .	21
3.4	Bagian 1 . . . . .	21
3.5	Bagian 2 . . . . .	21
3.6	Tabel ilustrasi <i>ranking</i> kromosom . . . . .	22
3.7	Bagian 1 . . . . .	22
3.8	Bagian 2 . . . . .	22
3.9	Tabel Skenario membaca deskripsi permainan . . . . .	26
3.10	Tabel Skenario membaca <i>credit</i> perangkat lunak . . . . .	26
3.11	Tabel Skenario membaca aturan main permainan . . . . .	26
3.12	Tabel Skenario memainkan permainan <i>puzzle hitori</i> . . . . .	27
3.13	Tabel Skenario melakukan pengecekan atas solusi permainan . . . . .	27
3.14	Tabel Skenario mendapatkan solusi permainan . . . . .	27
3.15	Tabel Skenario membaca informasi algoritma pencarian solusi permainan . . . . .	28
3.16	Tabel Skenario menutup perangkat lunak . . . . .	28
5.1	Tabel Lingkungan pengujian perangkat keras . . . . .	49
5.2	Tabel Lingkungan pengujian perangkat lunak . . . . .	49
5.3	Tabel Skenario pengujian keakuratan algoritma . . . . .	64
5.4	Skenario 1 pengujian kinerja algoritma . . . . .	65
5.5	Skenario 1 pengujian kinerja algoritma (lanjutan) . . . . .	66
5.6	Skenario 2 pengujian kinerja algoritma . . . . .	66
5.7	Skenario 2 pengujian kinerja algoritma (lanjutan) . . . . .	67
5.8	Skenario 3 pengujian kinerja algoritma . . . . .	67
5.9	Skenario 3 pengujian kinerja algoritma (lanjutan) . . . . .	68
5.10	Skenario 4 pengujian kinerja algoritma . . . . .	68
5.11	Skenario 4 pengujian kinerja algoritma (lanjutan) . . . . .	69
5.12	Skenario 5 pengujian kinerja algoritma . . . . .	70
5.13	Skenario 5 pengujian kinerja algoritma (lanjutan) . . . . .	71
5.14	Tabel analisis skenario pengujian . . . . .	71
B.1	Tabel analisis eksperimen . . . . .	110
B.2	Bagian 1 . . . . .	110
B.3	Bagian 2 . . . . .	110
B.4	Tabel hasil eksperimen . . . . .	110





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Hitori Puzzle*<sup>1</sup> merupakan sebuah permainan logika *puzzle* yang pertama kali muncul di Jepang pada tahun 1990. Perusahaan **Nikoli** merupakan sebuah penerbit berbagai permainan logika dan salah satunya sangat terkenal di penjuru dunia (*Sudoku*), mengembangkan permainan *puzzle hitori* pada **Puzzle Communication Nikoli** edisi ke-29 pada Maret 1990. Permainan *puzzle hitori* dimainkan pada sebuah bidang dua (2) dimensi yang terdiri dari baris dan kolom. Baris dan kolom pada bidang ini harus memiliki ukuran yang sama ( $n \times n$ ). Permainan *puzzle hitori* juga bersifat *NP-Complete* yang artinya permainan ini dapat diselesaikan dengan algoritma pencarian **Brute Force**. Algoritma pencarian *Brute Force* merupakan algoritma yang sederhana dan mudah untuk diimplementasikan. Algoritma ini dipercayai dapat menyelesaikan hampir semua persoalan komputasi yang ada, bahkan terdapat persoalan komputasi yang hanya dapat diselesaikan oleh algoritma pencarian *Brute Force*. Kelemahan dari *Brute Force* adalah algoritma dapat berjalan secara lambat dalam menyelesaikan suatu masalah.

Pada perangkat lunak yang dibangun, pengguna (*user*) dapat menjalankan dan menyelesaikan permainan *puzzle hitori*, melakukan pengecekan atas solusi yang diberikan, dan juga mendapatkan bantuan solusi yang benar dari perangkat lunak. Tujuan utama dari penelitian yang akan ditulis, akan berfokus pada algoritma pencarian yang dapat mengurai atau menyelesaikan permainan *puzzle hitori*. Nantinya, algoritma tersebut akan menjadi fitur pada perangkat lunak ini, sebagai fitur *solver*. Algoritma pencarian tersebut kemungkinan besar akan menggunakan metode *Brute Force*, seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Metode tersebut dipilih karena metode *Brute Force* dapat menyelesaikan permasalahan yang serupa (mencari solusi untuk permainan *Sudoku*). Perangkat lunak dalam penelitian ini nantinya akan dibangun dalam bentuk *desktop game* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Java*. Fitur *solver* atau pemberi solusi dari permainan *puzzle hitori* ini akan mengimplementasikan sebuah algoritma pencarian, yaitu algoritma genetika.

Algoritma pencarian yang akan digunakan untuk menyelesaikan permainan *puzzle hitori* dalam perangkat lunak ini adalah **algoritma genetika**. Algoritma genetika merupakan sebuah algoritma yang terinspirasi dari proses seleksi alam (*natural selection*). Pada algoritma genetika terdapat tiga buah operator: **selection**, **crossover**, dan **mutation**. Setiap kromosom yang terdapat pada sebuah populasi dalam algoritma genetika, nantinya akan digunakan sebagai sebuah kandidat solusi untuk sebuah permainan *puzzle hitori*.

### 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari skripsi ini adalah:

1. Bagaimana cara kerja algoritma genetika?
2. Bagaimana cara menyelesaikan permainan *puzzle hitori* dengan algoritma genetika?

---

<sup>1</sup><https://www.nikoli.co.jp/en/puzzles/hitori.html>

3. Bagaimana cara membuat perangkat lunak untuk menyelesaikan permainan *puzzle hitori* dengan menggunakan algoritma genetika?

### 1.3 Tujuan

Sejalan dengan rumusan masalah, tujuan skripsi ini adalah:

1. Mempelajari cara kerja algoritma genetika.
2. Mempelajari cara menyelesaikan permainan *puzzle hitori* dengan algoritma genetika.
3. Membuat perangkat lunak untuk menyelesaikan permainan *puzzle hitori* menggunakan algoritma genetika.

### 1.4 Batasan Masalah

Batasan Masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Besaran ukuran baris dan kolom dari permainan *puzzle hitori* dalam perangkat lunak ini adalah 5x5. Ukuran tersebut dipilih sebagai landasan apakah algoritma genetika dapat menyelesaikan permainan hitori dari tingkat yang "mudah" atau "tidak rumit" terlebih dahulu.
2. Melakukan penelitian dan pengujian terhadap algoritma genetika sebagai *solver* dari permainan *puzzle hitori*.

### 1.5 Metodologi

Berikut merupakan metodologi penyelesaian dalam penelitian ini:

1. Melakukan studi literatur mengenai permainan *puzzle hitori*.
2. Melakukan studi literatur mengenai algoritma genetika.
3. Melakukan analisis cara menyelesaikan permainan *puzzle hitori* secara konvensional.
4. Melakukan analisis cara menyelesaikan permainan *puzzle hitori* menggunakan algoritma genetika.
5. Mengimplementasikan algoritma genetika sebagai *solver* permainan *puzzle hitori* pada perangkat lunak.
6. Melakukan pengujian terhadap permainan *puzzle hitori* yang telah dibangun dan fitur *solver* yang telah diimplementasikan.

### 1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam penelitian ini dijelaskan dalam poin-poin sebagai berikut:

1. Bab 1: Pendahuluan, menjelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi, serta sistematika pembahasan mengapa penelitian ini dilakukan.
2. Bab 2: Landasan Teori, menjelaskan teori-teori yang diperlukan dalam penelitian ini khususnya permainan *puzzle hitori*.
3. Bab 3: Analisis, menjelaskan mengenai metode-metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan permainan *puzzle hitori*. Pada bab ini akan berfokus mengenai algoritma genetika.
4. Bab 4: Perancangan, membahas mengenai perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini, baik permainan *puzzle hitori* dan fitur *solver* dengan menggunakan algoritma genetika.
5. Bab 5: Implementasi dan Pengujian, menjelaskan mengenai implementasi dari perangkat lunak yang telah dirancang beserta hasil pengujian dari perangkat lunak.
6. Bab 6: Kesimpulan dan Saran, membahas mengenai kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini dan saran yang dapat disampaikan untuk penelitian-penelitian berikutnya.