Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Who? Michael Adrian 2013730039

michaeladrian39@gmail.com

From? Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Sains
Universitas Katolik Parahyangan

When? 20 Desember 2017



Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

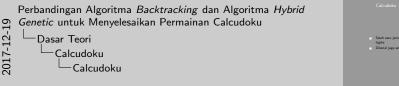
Michael Adrian 2013730039 michael adrian 390sm

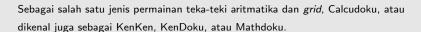
00337 500500 ti chaeladrian390gmail.com Vogore Studitkini teformotika Vogore Studitkini teformotidas Sales Novettas Kotolik Parabyangas

Universitas Kasolik Parahyang: 20 Desember 2017

Calcudoku

- Salah satu jenis permainan teka-teki aritmatika dan logika
- Dikenal juga sebagai KenKen, KenDoku, atau Mathdoku

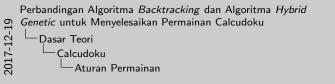




Aturan Permainan

- Pemain diberikan sebuah grid dengan ukuran $n \times n$
- n biasanya antara 3 sampai dengan 9
- Grid ini harus diisi dengan angka 1 sampai dengan n
- Dalam setiap baris setiap angka hanya muncul sekali
- Dalam setiap kolom setiap angka hanya muncul sekali
- Grid dibagi ke dalam cage
- Cage adalah sekelompok sel yang dibatasi oleh garis yang lebih tebal daripada garis pembatas antar sel dengan angka tujuan dan operator yang telah ditentukan
- Angka-angka dalam setiap *cage* harus mencapai angka tujuan jika dihitung menggunakan operator yang telah ditentukan
- Angka tujuan dan operasi yang telah ditentukan ditulis di sudut kiri atas *cage*



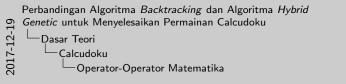


Premium districtiva satural grad disegua sulurum n. n. n. hasauray satura 5 nagani dengan of hasauray satura 5 nagani dengan of hasauray satura 5 nagani dengan of hasaura districtiva satura s

Seperti dalam Sudoku, dalam teka-teki ini, pemain diberikan sebuah grid dengan ukuran $n \times n$, dengan n biasanya antara 3 sampai dengan 9. Grid ini harus diisi dengan angka 1 sampai dengan n sehingga dalam setiap baris setiap angka hanya muncul sekali, dalam setiap kolom setiap angka hanya muncul sekali. Perbedaannya dengan Sudoku adalah, Calcudoku dibagi ke dalam cage (sekelompok sel yang dibatasi oleh garis yang lebih tebal daripada garis pembatas antar sel dengan angka tujuan dan operator yang telah ditentukan), dan angka-angka dalam setiap cage harus mencapai angka tujuan jika dihitung menggunakan operator yang telah ditentukan. Angka tujuan dan operasi yang telah ditentukan ditulis di sudut kiri atas cage.

Operator-Operator Matematika

- Ada 5 kemungkinan operator:
- + (penjumlahan)
- (pengurangan)
- × (perkalian)
 - ÷ (pembagian)
 - = (sama dengan)
- Jika operasi matematika yang ditentukan adalah pengurangan atau pembagian, maka ukuruan *cage* harus berukuran dua sel





Ada lima kemungkinan operator:

- 1. +, sebuah operator *n*-ary yang menandakan penjumlahan.
- 2. -, sebuah operator biner yang menandakan pengurangan.
- 3. \times , sebuah operator *n*-ary yang menandakan perkalian.
- 4. ÷ sebuah operator biner yang menandakan pembagian.
- =, (simbol ini biasanya dihilangkan), sebuah operator uner yang menandakan persamaan.

Jika operasi matematika yang ditentukan adalah pengurangan atau pembagian, maka ukuruan *cage* harus berukuran dua sel. Pada beberapa versi dari teka-teki ini, hanya angka tujuan yang diberikan, dan pemain harus menebak operator dari setiap *cage* untuk menyelesaikan teka-tekinya.

Contoh Permainan

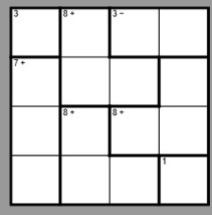


Figure 1: Contoh permainan teka-teki dengan ukuran grid 4 x 4 yang belum diselesaikan.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Dasar Teori
Calcudoku
Contoh Permainan



Contoh Solusi

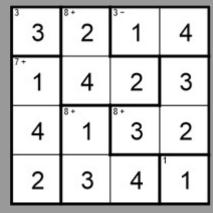


Figure 2: Solusi untuk permainan teka-teki Calcudoku yang diberikan pada Gambar 1.



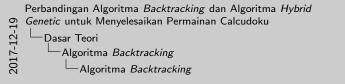
Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Dasar Teori
Calcudoku
Contoh Solusi



Algoritma Backtracking

- Sebuah algoritma umum yang mencari solusi dengan mencoba salah satu dari beberapa pilihan, jika pilihan yang dipilih ternyata salah, komputasi dimulai lagi pada titik pilihan dan mencoba pilihan lainnya
- Untuk bisa melacak kembali langkah-langkah yang telah dipilih, maka algoritma harus secara eksplisit menyimpan jejak dari setiap langkah yang sudah pernah dipilih, atau menggunakan rekursi (recursion)
- Rekursi dipilih karena jauh lebih mudah daripada harus menyimpan jejak setiap langkah yang pernah dipilih
- Hal ini menyebabkan algoritma ini biasanya berbasis DFS (*Depth First Search*)



Sebuah algoritma umum yang mencari solusi dengan

mencoba sülah satu dari beberapa alibana, jiba gilbanyang dipidi bernyata salah, komputasi dimuda lagi padi titik gilbana dan mencoba pilihan laimya Untuk bisa melacak isembal langish-langishayang tela dipilih, maka algoritma hana secara sespisis menyimpan pijak dari setang langishay mag sudah purras dipilih, atau menggunukan rekuraf (creansion) Rikurai dipilih barnai salah tibih madah dari ranada harus

menyimpan jejak setiap langkah yang pernah dipilih Hal ini menyebabkan algoritma ini biasanya berbasis DFS (Depth First Search)

Algoritma backtracking adalah sebuah algoritma umum yang mencari solusi dengan mencoba salah satu dari beberapa pilihan, jika pilihan yang dipilih ternyata salah, komputasi dimulai lagi pada titik pilihan dan mencoba pilihan lainnya. Untuk bisa melacak kembali langkah-langkah yang telah dipilih, maka algoritma harus secara eksplisit menyimpan jejak dari setiap langkah yang sudah pernah dipilih, atau menggunakan rekursi (recursion). Rekursi dipilih karena jauh lebih mudah daripada harus menyimpan jejak setiap langkah yang pernah dipilih. Hal ini menyebabkan algoritma ini biasanya berbasis DFS (Depth First Search).

Cara Kerja Algoritma *Backtracking* Secara Singkat

- Singkatnya, langkah-langkah dasar dari implementasi algoritma backtracking dapat dijelaskan sebagai berikut:
- Carilah sel pertama atau sel yang kosong di dalam *grid*Isilah sel dengan sebuah angka dimulai dari 1 sampai *n*
 - sampai sebuah angka yang berlaku (*valid*) ditemukan atau sampai angka sudah melebihi *n*
- Jika angka untuk sel berlaku, ulangi langkah 1 dan 2

 Jika angka untuk sel sudah melebihi *n* dan tidak ada angka dari 1 sampai *n* yang berlaku untuk sel tersebut, mundur ke sel sebelumnya dan cobalah kemungkinan angka berikutnya
- yang berlaku untul sel tersebut

 Jika tidak ada lagi sel yang kosong, solusi sudah ditemukan

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Dasar Teori
Algoritma Backtracking
Cara Kerja Algoritma Backtracking Secara Singkat

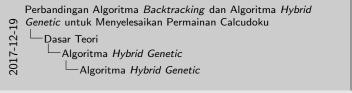


Singkatnya, langkah-langkah dasar dari implementasi algoritma backtracking dapat dijelaskan sebagai berikut [1]:

- 1. Carilah sel pertama atau sel yang kosong di dalam grid.
- 2. Isilah sel dengan sebuah angka dimulai dari 1 sampai n sampai sebuah angka yang berlaku (valid) ditemukan atau sampai angka sudah melebihi n.
- 3. Jika angka untuk sel berlaku, ulangi langkah 1 dan 2.
- 4. Jika angka untuk sel sudah melebihi *n* dan tidak ada angka dari 1 sampai *n* yang berlaku untuk sel tersebut, mundur ke sel sebelumnya dan cobalah kemungkinan angka berikutnya yang berlaku untul sel tersebut.
- 5. Jika tidak ada lagi sel yang kosong, solusi sudah ditemukan.

Algoritma Hybrid Genetic

- Dalam kasus ini, algoritma *hybrid genetic* adalah gabungan dari algoritma *rule based* dan algoritma genetik
- Algoritma rule based akan dijalankan sampai pada titik dimana algoritma tidak bisa menyelesaikan permainan teka-teki Calcudoku
- Jika algoritma sudah tidak bisa menyelesaikan permainan, maka algoritma genetik akan mulai dijalankan



genetik. Algoritma rule bäserd akan dijalankan sampai pada ti dimasa algoritma toliak bisa menyeksaihan permaina teksa-keti Caroloka. Bisa algoritma sesah toliak bisa menyeksaihan Jisa algoritma sesah toliak bisa menyeksaihan permainan, maka algoritma genetik akan mulai dijalankan

Dalam kasus ini, algoritma hybrid genetic adalah

Dalam kasus ini, algoritma ini gabungan dari algoritma *rule based* dan algoritma genetik. Algoritma *rule based* akan dijalankan sampai pada titik dimana algoritma tidak bisa menyelesaikan permainan teka-teki Calcudoku. Jika algoritma sudah tidak bisa menyelesaikan permainan, maka algoritma genetik akan mulai dijalankan.

Algoritma Rule Based

- Sebuah algoritma berbasis aturan logika untuk menyelesaikan teka-teki Sudoku dan variasinya, termasuk Calcudoku
- Beberapa aturan logika yang digunakan dalam algoritma ini adalah:
- Single square rule
- Naked subset rule
- Hidden single rule
- Killer combination

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Dasar Teori
Algoritma Hybrid Genetic
Algoritma Rule Based

Algoritma Rule Based

Sobush algoritma berbasis atsara logika untak menyeketaken baka lah Sadah dan volasinya.

Beberapa satuna logika yang digunakan dakem algoritma adalah.

Rule dahan dakem dakem dakem dakem algoritma adalah.

Rule dahan dakem dakem

Algoritma rule based adalah sebuah algoritma berbasis aturan logika untuk menyelesaikan teka-teki Sudoku dan variasinya, termasuk Calcudoku. Menurut Johanna, Lukas, dan Saputra, beberapa aturan logika yang digunakan dalam algoritma ini adalah single square rule, naked subset rule, hidden single rule, evil twin rule, killer combination, dan X-wing [2].

Algoritma Genetik

- Salah satu teknik heuristik Generate and Test yang terinspirasi oleh sistem seleksi alam
- Perpaduan dari bidang biologi dan ilmu komputer.
- Algoritma ini memanipulasi informasi, biasanya disebut sebagai kromosom.
- Kromosom ini meng-encode kemungkinan jawaban untuk sebuah masalah yang diberikan.
- Kromosom dievaluasi dan diberi fitness value.
- Child chromosome) diproduksi dengan menggabungkan dua (atau lebih) parent chromosome.



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku Dasar Teori -Algoritma Hybrid Genetic -Algoritma Genetik

- Salah satu teknik heuristik Generate and Test vang

- ntuk sebuah masalah yang diberikan.

Algoritma genetik adalah salah satu teknik heuristik Generate and Test yang terinspirasi oleh sistem seleksi alam. Algoritma ini adalah perpaduan dari bidang biologi dan ilmu komputer. Algoritma ini memanipulasi informasi, biasanya disebut sebagai kromosom. Kromosom ini meng-encode kemungkinan jawaban untuk sebuah masalah yang diberikan. Kromosom dievaluasi dan diberi fitness value berdasarkan seberapa baik kromosom dalam menyelesaikan masalah yang diberikan berdasarkan kriteria yang ditentukan oleh pembuat program. Nilai kelayakan ini digunakan sebagai probabilitas kebertahanan hidup kromosom dalam satu siklus reproduksi. Kromosom baru (kromosom anak, child chromosome) diproduksi dengan menggabungkan dua (atau lebih) kromosom orang tua (parent chromosome). Proses ini dirancang untuk menghasilkan kromosom-kromosom keturunan yang lebih layak, kromosom-kromosom ini meng-encode jawaban yang lebih baik, sampai solusi yang baik dan yang bisa diterima ditemukan.

Cara Kerja Algoritma Genetik

- Cara kerja algoritma genetik adalah sebagai berikut:
- 1 Menentukan populasi kromosom kemungkinan jawaban awal
- 2 Membangkitkan populasi kemungkinan jawaban awal secara acak
- 3 Mengevaluasi fungsi objektif
- Melakukan operasi terhadap kromosom menggunakan operator genetik (reproduksi, kawin silang, dan mutasi)
- 5 Ulangi langkah 3 dan 4 sampai mencapai kriteria untuk menghentikan algoritm.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Dasar Teori
Algoritma Hybrid Genetic
Cara Kerja Algoritma Genetik

Cara Kerja Algoritma Genetik

Cara kerja Algoritma genetik adalah subagai bacikar:

Mematian papian keromom temengiana jenekar me

Membangkitan papian keromom temengiana jenekar me

Membangkitan papian keromom menganakar

Mematian dangan algoritma keromom menganakar

menter pembangkit (espensia), kemin dangan menganakar

menter pembangkit (espensia), kemin dangan dangan menganakar

menter pembangkit (espensia), kemin dangan menganakar menda

Cara kerja algoritma genetik adalah sebagai berikut [2]:

- 1. Menentukan populasi kromosom kemungkinan jawaban awal.
- 2. Membangkitkan populasi kemungkinan jawaban awal secara acak.
- 3. Mengevaluasi fungsi objektif.
- 4. Melakukan operasi terhadap kromosom menggunakan operator genetik (reproduksi, kawin silang, dan mutasi).
- 5. Ulangi langkah 3 dan 4 sampai mencapai kriteria untuk menghentikan algoritma.

Cara Kerja Algoritma Hybrid Genetic

- Cara kerja algoritma hybrid genetic adalah sebagai berikut:
- Masukkan teka-teki yang akan diselesaikan sebagai input. Program akan merepresentasikan input yang dimasukkan
- dalam format teka-teki.
- Program akan mencoba menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma rule based terlebih dahulu.
- Jika program berhasil menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma rule based, maka algoritma selesai.
- Jika program gagal dengan menggunakan algoritma rule based, maka program akan mencoba menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma genetik.
- Jika program berhasil menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma genetik, maka algoritma selesai.
- Jika program gagal dalam menyelesaikan teka-teki tersebut setelah menggunakan algoritma genetik, artinya algoritma gagal dalam menyelesaikan teka-teki terseebut.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku Dasar Teori -Algoritma Hybrid Genetic -Cara Kerja Algoritma Hybrid Genetic

Cara kerja algoritma hybrid genetic menurut Johanna, Lukas, dan Saputra adalah sebagai berikut [2]:

- Masukkan teka-teki yang akan diselesaikan sebagai input.
- Program akan merepresentasikan input yang dimasukkan dalam format teka-teki.
- Program akan mencoba menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma rule based terlebih dahulu.
- Jika program berhasil menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma rule based, maka algoritma selesai.
- Jika program gagal dengan menggunakan algoritma rule based, maka program akan mencoba menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma genetik.
- Jika program berhasil menyelesaikan teka-teki tersebut dengan menggunakan algoritma genetik, maka algoritma selesai.
- Jika program gagal dalam menyelesaikan teka-teki tersebut setelah menggunakan algoritma genetik, artinya algoritma gagal dalam menyelesaikan teka-teki terseebut.

Alur Cara Kerja Algoritma Hybrid Genetic

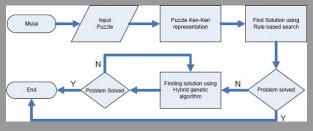


Figure 3: Alur penyelesaian permainan teka-teki Calcudoku dengan menggunakan algoritma *hybrid genetic*

 Alur (flow chart) penyelesaian permainan teka-teki Calcudoku dengan menggunakan algoritma hybrid genetic dapat dilihat di Gambar 3.



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Dasar Teori
Algoritma Hybrid Genetic
Alur Cara Kerja Algoritma Hybrid Genetic



Alur (*flow chart*) penyelesaian permainan teka-teki Calcudoku dengan menggunakan algoritma *hybrid genetic* dapat dilihat di Gambar 3.

Analisis Perangkat Lunak

- Perangkat lunak ini akan menerima masukan dalam bentuk *file* yang berisi:
- 1 Ukuran *grid*
- 2 Jumlah *cage*
- 3 Matriks cage assignment
- 4 Matriks cage objectives
- Perangkat lunak ini akan menghasilkan keluaran berupa GUI permainan teka-teki Calcudoku berdasarkan isi *file* yang di-*load* oleh pengguna.
- Permainan ini dapat diselesaikan oleh pengguna, atau menggunakan salah satu dari dua *solver* yang disediakan. Kedua *solver* tersebut yaitu:
- 1 Algoritma backtracking, dan
- 2 Algoritma hybrid genetic.

.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Analisis

Analisis Perangkat Lunak

Analisis Perangkat Lunak

Perangkat lunak ini akan menerima masukan dalam bentuk file yang berisi:

- 1. Ukuran grid.
- 2. Jumlah cage.
- 3. Matriks *cage assignment*, yang merepresentasikan posisi dari setiap *cage* dalam *grid*.
- 4. Matriks *cage objectives*, yang berisikan angka tujuan dan operasi matematika yang telah ditentukan untuk setiap *cage*.

Perangkat lunak ini akan menghasilkan keluaran berupa antarmuka grafis permainan teka-teki Calcudoku berdasarkan isi *file* yang di-*load* oleh pengguna.
Permainan ini dapat diselesaikan oleh pengguna dengan usahanya sendiri, atau menggunakan salah satu dari dua *solver* yang disediakan. Kedua *solver* tersebut yaitu:

- 1. Algoritma backtracking, dan
- 2. Algoritma hybrid genetic.

Diagram *Use Case*

- Diagram use case adalah diagram yang menggambarkan interaksi antara sistem (perangkat lunak) dengan pengguna.
- Skenario-skenario yang dapat dilakukan oleh pengguna adalah:
- Membuka file masukan.
- 2 Memilih salah satu dari dua solver yang disediakan.
- 3 Me-*reset* permainan.
- 4 Memeriksa permainan.
- Menutup *file* masukan.
- 6 Menyelesaikan permainan dengan usahanya sendiri.
- 7 Mengatur nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik.
- Diagram *use case* berdasarkan skenario-skenario tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Analisis

Analisis

Diagram Use Case

Diagram was adah daga separat dan da daga separat dan daga separat daga sepa

Diagram *use case* adalah diagram yang menggambarkan interaksi antara sistem (perangkat lunak) dengan pengguna.

Skenario-skenario yang dapat dilakukan oleh pengguna adalah:

- 1. Membuka file masukan untuk memulai permainan.
- 2. Memilih salah satu dari dua solver yang disediakan untuk menyelesaikan permainan berdasarkan file yang sudah di-load.
- 3. Me-reset permainan untuk mengulang permainan berdasarkan file masukan yang sudah di-load dari awal.
- 4. Meminta perangkat lunak untuk memeriksa permainan jika ada masukan yang salah di dalam *grid*.
- 5. Menutup file masukan untuk mengakhiri permainan.
- 6. Menyelesaikan permainan dengan usahanya sendiri.
- 7. Mengatur nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik.

 ${\tt Diagram}\ \textit{use}\ \textit{case}\ \mathsf{berdasarkan}\ \mathsf{skenario}\text{-}\mathsf{skenario}\ \mathsf{tersebut}\ \mathsf{dapat}\ \mathsf{dilihat}\ \mathsf{pada}\ \mathsf{Gambar}\ \mathsf{4}.$

Diagram Use Case

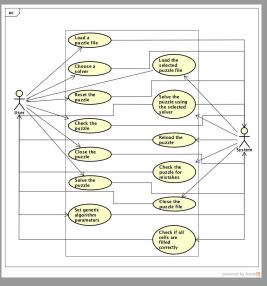


Figure 4: Diagram *use case* untuk perangkat lunak permainan teka-teki Calcudoku

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Analisis

Diagram Use Case



Perancangan Masukan

Masukan untuk perangkat lunak Calcudoku ini berupa sebuah *file* teks, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

6* 3+

Figure 5: Contoh file masukan.



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Perancangan

Perancangan Masukan

Masukan untuk perangkat lunak permainan teka-teki Calcudoku ini berupa sebuah *file* teks, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Perancangan Masukan

- Adapun rincian dari *file* teks masukan tersebut adalah sebagai berikut:
- Baris pertama berisi ukuran *grid* dan banyaknya *cage* dari teka-teki Calcudoku tersebut.
- Baris kedua sampai ke baris ke-2 + (n 1), dengan n adalah ukuran *grid*, berisi matriks *cage assignment*.
- Baris ke-2 + n dan seterusnya berisi *cage objectives* untuk setiap *cage*.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Perancangan
Perancangan Masukan

Adapun rincian dari file teks masukan tersebut adalah

Baris pertama berisi ukuran grid dan banyaknya cage dari teka-teki Calcudoku tersebut. Baris kedua sampai ke baris ke 2 + (n - 1), dengan n adali ukuran grid, berisi matrika cage assignment. Baris ke 2 + n dan seterunran barisi case odivictives untuk

sebagai berikut:

Adapun rincian dari file teks masukan tersebut adalah sebagai berikut:

- Baris pertama berisi ukuran grid dan banyaknya cage dari teka-teki Calcudoku tersebut. Angka pertama adalah ukuran grid, dan angka kedua adalah banyaknya cage.
- 2. Baris kedua sampai ke baris ke-2+(n-1), dengan n adalah ukuran grid, berisi matriks cage assignment. Matriks ini merepresentasikan posisi dari setiap cage dalam grid. Setiap cage direpresentasikan dengan angka yang berbeda. Setiap cage dapat mempunyai ukuran (jumlah sel yang terdapat dalam cage) yang bervariasi. Setiap sel dalam sebuah cage harus berhubungan secara horizontal atau vertikal dengan sel lain dalam cage yang sama.
- 3. Baris ke-2+n dan seterusnya berisi cage objectives untuk setiap cage. Cage objectives berisikan angka tujuan dan operasi matematika yang telah ditentukan. Angka-angka dalam sebuah cage harus mencapai angka tujuan jika dihitung menggunakan operasi matematika yang telah ditentukan.

Perancangan Keluaran

 Keluaran untuk perangkat lunak Calcudoku ini berupa sebuah matriks yang berisi solusi dari teka-teki
 Calcudoku yang sudah diselesaikan oleh program, seperti dapat dilihat pada Gambar 6.

Figure 6: Contoh keluaran.



Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

—Perancangan

—Perancangan Keluaran

Perancangan Keluaran
Gdaran untuk perapta tunak Catudak, si benga
sukuh metrik sepa dari balan da tibas da tiba

Keluaran untuk perangkat lunak permainan teka-teki Calcudoku ini berupa sebuah matriks yang berisi solusi dari teka-teki Calcudoku yang sudah diselesaikan oleh program, seperti dapat dilihat pada Gambar 6.

- Antarmuka ini terdiri dari sebuah *frame* yang berisi sebuah menu *bar* dan GUI dari Calcudoku.
- GUI hanya akan ditampilkan jika sudah membuka *file* permainan. Jika *file* permainan ditutup, maka GUI juga akan ditutup.
- Menu *bar* terdiri dari dua menu, yaitu:
- 1 File
- 2 Solve

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Perancangan

Perancangan
Perancangan Antarmuka

Peranangan Antarmuka
Antarmuka ini terdiri dari sebata funen yang beriti
elebek-heren ber den CIII der Calculare.
Del harya akan disemban pila sette membada filagermalana. Pala fila permalana diseten, mala CIII jaga
fila dari dari dari dari mesur, yaitafila.
Seker dari dari dari mesur, yaitafila.

Antarmuka untuk perangkat lunak ini terdiri dari sebuah *frame* yang berisi sebuah menu *bar* dan GUI dari permainan teka-teki Calcudoku. GUI hanya akan ditampilkan jika perangkat lunak sudah membuka *file* permainan. Jika *file* permainan ditutup, maka GUI juga akan ditutup.

Menu bar untuk perangkat lunak ini terdiri dari dua menu, yaitu:

- File, yaitu menu yang berisi item-item menu yang terkait dengan file permainan.
- 2. Solve, yaitu menu yang berisi item-item menu yang terkait dengan solver.

Gambar 7 menunjukkan perancangan GUI sebelum *file* permainan dibuka.

Calc	udoku	_	Ш	X
File	Solve			

Figure 7: Perancangan GUI sebelum membuka file permainan

		_
		990

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Perancangan
Perancangan Antarmuka



Gambar 7 menunjukkan perancangan GUI sebelum file permainan dibuka.

Gambar 8 menunjukkan perancangan GUI sesudah *file* permainan dibuka.

Calcudoku			_ U X
File Sol	ve		
3	8+	3-	
7+			8+
	8+		
			1

Figure 8: Perancangan GUI sesudah membuka file permainan

		990

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
L—Perancangan
Perancangan Antarmuka

Peransangs Gambar 8 mer permainan dib	nunjuki			gan GU	l sesudah file	
	Calcute	des		_ D X		
	File Sc	N				
		-	-			
	,.			d-		
		0-				
	Г			1		
Figure 8: Peran	cangan	GUI se	mudah r	nembuk	a file permainar	

Gambar 8 menunjukkan perancangan GUI sesudah file permainan dibuka.

Gambar 9 menunjukkan perancangan GUI sesudah permainan berdasarkan *file* permainan yang dibuka diselesaikan.

Calcudoku _ 🗆 🗆 🗙			
File Sol	ve		
3	2	1	4
⁷⁺ 1	4	2	3
4	1	3	2
2	3	4	¹ 1

Figure 9: Perancangan GUI sesudah permainan berdasarkan *file* permainan yang dibuka diselesaikan.

		200

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Perancangan
Perancangan Antarmuka



Gambar 9 menunjukkan perancangan GUI sesudah permainan berdasarkan *file* permainan yang dibuka diselesaikan.

Perancangan Antarmuka - Menu File

- Menu *File* mempunyai beberapa menu *item*, yaitu:
- 1 Load Puzzle File
- 2 Reset Puzzle
- 3 Close Puzzle File
- 4 Check Puzzle
- 5 Exit
- Gambar 10 menunjukkan isi dari menu *File*.

Load Puzzle File
Reset Puzzle
Close Puzzle File
Check Puzzle File
Exit

Figure 10: Menu File



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Perancangan
Perancangan Antarmuka - Menu File



Menu File mempunyai beberapa menu item, yaitu:

- 1. Load Puzzle File, yaitu menu item untuk membuka file permainan.
- 2. Reset Puzzle, yaitu menu item untuk me-reset permainan.
- 3. Close Puzzle File, yaitu menu item untuk menutup file permainan.
- Check Puzzle, yaitu menu item untuk memeriksa permainan jika ada masukan yang salah di dalam grid.
- 5. Exit, yaitu menu item untuk menutup perangkat lunak.

Gambar 10 menunjukkan isi dari menu File.

Perancangan Antarmuka - Menu Solve

- Menu *Solve* mempunyai beberapa menu *item*, yaitu:
- 1 Backtracking
- 2 Hybrid Genetic
- 3 Set Genetic Algorithm Parameters
- Gambar 11 menunjukkan isi dari menu *Solve*.

Backtracking
Hybrid Genetic

Set Genetic Algorithm Parameters

Figure 11: Menu *Solve*



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Perancangan

Perancangan Antarmuka - Menu Solve



Menu Solve mempunyai beberapa menu item, yaitu:

- Backtracking, yaitu menu item untuk menyelesaikan permainan berdasarkan file permainan yang dibuka dengan algoritma backtracking.
- 2. Hybrid Genetic, yaitu menu item untuk menyelesaikan permainan berdasarkan file permainan yang dibuka dengan algoritma hybrid genetic.
- 3. Set Genetic Algorithm Parameters, yaitu menu item untuk mengatur nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik.

Gambar 11 menunjukkan isi dari menu Solve.

Diagram Kelas

- Perangkat lunak Calcudoku ini terdiri dari beberapa kelas, yang dikelompokkan dalam tiga package, yaitu:
- 1 Model
- 2 View
- 3 Controller
- Diagram kelas untuk perangkat lunak ini dapat dilihat pada Gambar 12.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Perancangan

Diagram Kelas

Perangkat lunak teka-teki Calcudoku ini terdiri dari beberapa kelas, yang dikelompokkan dalam tiga package, yaitu:

- 1. Model, yaitu engine dari perangkat lunak ini.
- 2. View, yaitu GUI dari perangkat lunak ini.
- 3. Controller, yaitu penghubung antara package model dan package view

 ${\it Diagram\ kelas\ untuk\ perangkat\ lunak\ ini\ dapat\ dilihat\ pada\ Gambar\ 12}.$



Diagram Kelas

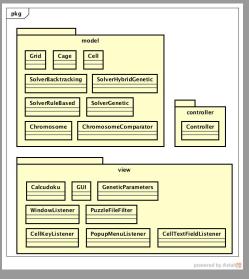


Figure 12: Diagram kelas untuk perangkat lunak Calcudoku.



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Perancangan
Diagram Kelas



Diagram Kelas - Package Model

- Package model memiliki beberapa kelas, yaitu:
- Grid
- Cell
- Cage
- 1 2 3 4 SolverBacktracking
- SolverHybridGenetic
- SolverRuleBased



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku Perancangan Diagram Kelas - Package Model

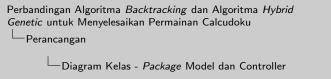


Package model memiliki beberapa kelas, yaitu:

- 1. Grid, yaitu kelas yang merepresentasikan grid dalam teka-teki Calcudoku.
- Cell, yaitu kelas yang merepresentasikan sel dalam teka-teki Calcudoku.
- 3. Cage, yaitu kelas yang merepresentasikan cage dalam teka-teki Calcudoku.
- 4. SolverBacktracking, yaitu kelas solver untuk teka-teki Calcudoku menggunakan algoritma backtracking.
- 5. SolverHybridGenetic, yaitu kelas solver untuk teka-teki Calcudoku menggunakan algoritma hybrid genetic. Algoritma ini akan mencoba menyelesaikan teka-teki Calcudoku menggunakan algoritma rule based terlebih dahulu. Algoritma genetik baru akan dijalankan jika algoritma rule based gagal dalam menyelesaikan teka-teki Calcudoku.
- 6. SolverRuleBased, yaitu kelas solver untuk teka-teki Calcudoku menggunakan algoritma rule based. Dalam algoritma hybrid genetic, algoritma akan mencoba menyelesaikan teka-teki Calcudoku menggunakan algoritma rule based terlebih dahulu.

Diagram Kelas - *Package* Model dan Controller

- Package model memiliki beberapa kelas, yaitu:
- 7 SolverGenetic8 Chromosome
- 9 ChromosomeComparator
- Package controller hanya memiliki satu kelas, yaitu kelas Controller.





Package model memiliki beberapa kelas, yaitu:

- SolverGenetic, yaitu kelas solver untuk teka-teki Calcudoku menggunakan algoritma genetik. Dalam algoritma hybrid genetic, algoritma genetik baru akan dijalankan jika algoritma rule based gagal dalam menyelesaikan teka-teki Calcudoku.
- 8. Chromosome, yaitu kelas yang merepresentasikan sebuah kromosom untuk algoritma genetik dalam solver *hybrid genetic*.
- 9. ChromosomeComparator, yaitu kelas pembanding *custom* (*custom comparator*) yang berfungsi untuk mengurutkan kromosom berdasarkan nilai kelayakkannya (*fitness value*).

Package model memiliki satu kelas, yaitu kelas Controller. Kelas ini berfungsi untuk menghubungkan kelas-kelas dalam package model dengan kelas-kelas dalam package view.

Diagram Kelas - Package View

- Package view memiliki beberapa kelas, yaitu:
- 1 Calcudoku
 2 PuzzleFileFilter
- 2 PuzzleFileFilte
- 3 GUI4 CellKeyListener
- 5 PopupMenuListener6 CellTextFieldListener7 GeneticParameters

Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
└─Perancangan
└─Diagram Kelas - Package View

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid



Package view memiliki beberapa kelas, yaitu:

- 1. Calcudoku, yaitu kelas *frame* yang berisi menu *bar* dan instansiasi kelas
- panel GUI.
 WindowListener, yaitu kelas *listener* untuk kelas Calcudoku. *Listener* ini berfungsi untuk menambahkan pesan peringatan saat akan menutup
- perangkat lunak.

 3. PuzzleFileFilter, yaitu kelas filter untuk *file chooser*. Filter ini membatasi
- agar *file chooser* hanya bisa membuka *file* teks.

 4. GUI, yaitu kelas panel yang merepresentasikan GUI dari permainan teka teki Calcudeku
- GUI, yaitu kelas panel yang merepresentasikan GUI dari permainan teka-teki Calcudoku.
 CellKeyListener, yaitu kelas *listener* untuk kelas GUI. *Listener* ini berfungsi untuk menggerakkan kursor dari sebuah sel ke sel di
- sebelahnya menggunakan tombol-tombol panah ke kiri, ke atas, ke bawah, dan ke kanan. Listener ini juga berfungsi untuk membatasi agar sel hanya bisa diisi oleh satu angka.

 6. PopupMenuListener, yaitu kelas *listener* untuk kelas GUI. *Listener* ini berfungsi untuk mengisi sel dengan angka menggunakan menu *pop up*, sel akan diisi dengan angka yang dipilih.
- 7. CellTextFieldListener, yaitu kelas *listener* untuk kelas GUI. *Listener* ini berfungsi untuk mengisikan sel dalam kelas Grid dengan angka yang diisikan ke dalam sel dalam GUI.

Kode Program - Algoritma Backtracking

12-19

- Isilah mulai dari sel pada sudut kiri atas.
- Algoritma *backtracking* selesai jika semua sel sudah terisi dengan benar.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Pro

Isilah mulai dari sel pada sudut kiri atas. Algoritma selesai jika semua sel sudah terisi dengan benar.

Kode Program - Algoritma Backtracking

Jika sudah mengisi sel yang paling kanan, isilah sel yang paling kiri pada baris berikutnya.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid

Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma Backtracking

Kode Program - Algoritma Backtracking

Jika sudah mengisi sel yang paling kanan, isilah sel paling kiri pada baris berikutnya.

Kode Program - Algoritma Backtracking

- Setelah mengisi sebuah sel, isilah sel di sebelah kanannya.
- Jika semua kemungkinan gagal, mundur ke tahap sebelumnya, dan cobalah kemungkinan berikutnya.

```
...
for (int value = 1; value <= size; value++)
{
...
    if (grid.solverSetCellValue(row, column, value))
    {
        if (solve(row, column + 1))
        {
            return true;
        }
    }
}
...
grid.unsetCellValue(row, column);
return false;</pre>
```



12

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma Backtracking

Kode Program - Algoritma Bostracking

Sistella Imagigi studia di Albaid di Albaida
Janasaya.

- Alba amma bennigilipon gigal, monder las tabigo
seladoringo, del colidadi bennigilipon technidriya
seladoringo, del colidadi bennigilipon technidriya
politica seladoringo del colidadi bennigilipon technidriya
politica seladoringo del colidadi
politic

Setelah mengisi sebuah sel, isilah sel di sebelah kanannya. Jika semua kemungkinan gagal, mundur ke tahap sebelumnya, dan cobalah kemungkinan berikutnya

Kode Program - Algoritma Hybrid Genetic

Solver akan mencoba menyelesaikan permainan dengan algoritma *rule based*.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma Hybrid Genetic

12-19

Kode Program - Algoritms Hybrid Genetic

Soler akan mescoka menyeksakan perminan dengan algoritms aka kuad

pasa kenan kutul

soler kutu kutul

soler kutul

sole

Solver akan mencoba menyelesaikan permainan dengan algoritma rule based.

Kode Program - Algoritma Hybrid Genetic

Jika algoritma *rule based* tidak berhasil mengisi semua sel dalam *grid* dengan benar, maka *solver* akan mencoba menyelesaikan permainan dengan algoritma genetik.

< ㅁ > 〈昼 > 〈돌 > 〈돌 > 돌 · ớ Q ()

Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma *Hybrid Genetic*

Kode Program - Algoritma Hybrid Genetic

- Zha digotina nich bandi blida berhall mengisi semus den digotina pendik semus mengelakkan permanan dengan algoritma genetik mengelakkan pendik pendik

Jika algoritma *rule based* tidak berhasil mengisi semua sel dalam *grid* dengan benar, maka *solver* akan mencoba menyelesaikan permainan dengan algoritma genetik.

Kode Program - Algoritma Rule Based

- Algoritma *rule based* dimulai dengan mengaplikasikan aturan logika *single square* dan aturan logika *killer combination*.
- Kedua aturan logika ini hanya diaplikasikan sekali, yaitu di awal algoritma.

```
public boolean solve()
{
    singleSquare();
    killerCombination();;
    ...
```

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma Rule Based

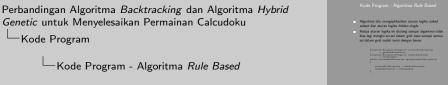
Algoritma *rule based* dimulai dengan mengaplikasikan aturan logika *single square* dan aturan logika *killer combination*. Kedua aturan logika ini hanya diaplikasikan sekali, yaitu di awal algoritma.

Kode Program - Algoritma Rule Based

- Algoritma lalu mengaplikasikan aturan logika *naked* subset dan aturan logika *hidden single*.
- Kedua aturan logika ini diulang sampai algoritma tidak bisa lagi mengisi sel-sel dalam *grid* atau sampai semua sel dalam *grid* sudah terisi dengan benar.

```
ArrayList<ArrayList<Integer>>> currentGridArrayList
= getGridArrayList();
ArrayList<ArrayList<Integer>>> newGridArrayList
= solveLoop();
while (! currentGridArrayList . equals (newGridArrayList))
{
...
currentGridArrayList = newGridArrayList;
newGridArrayList = solveLoop();
}
```





Algoritma lalu mengaplikasikan aturan logika *naked subset* dan aturan logika *hidden single*. Kedua aturan logika ini diulang sampai algoritma tidak bisa lagi mengisi sel-sel dalam *grid* atau sampai semua sel dalam *grid* sudah terisi dengan benar.

Kode Program - Algoritma Rule Based

- Algoritma *hybrid genetic* selesai jika semua sel dalam *grid* sudah terisi dengan benar.
- Algoritma genetik akan dimulai jika ada sel-sel di dalam grid yang masih kosong.

```
if (grid.isFilled())
{
    this.solution = grid;
    return true;
}
else
{
    return false;
}
```

ka semua sel dalam

Algoritma hybrid genetic selesai jika semua sel dalam grid sudah terisi dengan benar.

Algoritma genetik akan dimulai jika ada sel-sel di dalam grid yang masih kosong.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid

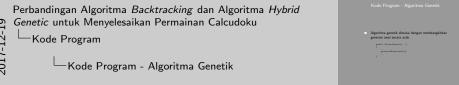
Algoritma hybrid genetic selesai jika semua sel dalam

Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Algoritma genetik dimulai dengan membangkitkan generasi awal secara acak.

```
public SolverGenetic(...)
{
    ...
    generatePopulation();
}
```



Algoritma genetik dimulai dengan membangkitkan generasi awal secara acak.

- Setiap kromosom dalam sebuah generasi dihitung nilai kelayakannya.
- Nilai kelayakan untuk sebuah kromosom adalah jumlah sel yang sudah diisi dengan benar dibagi dengan jumlah semua sel yang ada di dalam *grid*.

```
private double setFitness()
{
    double numberOfValidCells = 0;
    double numberOfCells = size * size;
    for (int i = 0; i < size; i++)
    {
        for (int j = 0; j < size; j++)
        {
            if (grid.solverIsCellValueValid(i, j) == true)
              {
                 numberOfValidCells++;
            }
        }
    }
    double value = numberOfValidCells / numberOfCells;
    return value;
}</pre>
```

Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma Genetik

Kode Program - Algoritma Genetik
Statup kromotom dalam uslush posessal dibutug alia
shapiyatanya.
Nai shapiyatanya.
Nai shapiyata untak uslush kromotom adalah junita
shapiyatanya.
Nai shapiyata untak uslush kromotom adalah junita
shapiyatanya.
Nai shapiyatan untak uslush kromotom adalah junita
shapiyatanya.
Nai shapiyatan untak uslush kromotom adalah junita
shapiyatan untak uslush kromotom adalah junitak
shapiyatanya.

Shapiyatanya

**Total Control Control

Setiap kromosom dalam sebuah generasi dihitung nilai kelayakannya. Nilai kelayakan untuk sebuah kromosom adalah jumlah sel yang sudah diisi dengan benar dibagi dengan jumlah semua sel yang ada di dalam *grid*.

- Algoritma selesai jika solusi ditemukan.
- Solusi adalah kromosom dengan nilai kelayakan 1.

< ㅁ > 〈昼 > 〈불 > 〈불 > 불 · 외익()

Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma Genetik

Kode Program - Algoritma Genetik

Appoint solari jiha salad ditandas

Solari dalah salad s

Algoritma selesai jika solusi ditemukan. Solusi adalah kromosom dengan nilai kelayakan 1.

Jika solusi tidak ditemukan, maka algoritma genetik akan membangkitkan generasi berikutnya, sampai solusi ditemukan.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Kode Program

Kode Program - Algoritma Genetik

Jika solusi tidak ditemukan, maka algoritma genetik akan membangkitkan generasi berikutnya, sampai solusi ditemukan.

Generasi berikutnya dibangkitkan dari generasi sebelumnya menggunakan operator-operator algoritma genetik, seperti *elitism*, kawin silang, dan mutasi.

```
for (int i = 0; i < elitismNumber; i++)
    if (!nextGeneration.contains(currentGeneration.get(i)))
        nextGeneration.add(cloneChromosome(
                currentGeneration.get(i)));
for (int i = 0; i < mutationNumber; i++)
    Chromosome parent = randomSelection(currentGeneration);
    nextGeneration.add(mutation(parent));
for (int i = 0; i < crossoverNumber; i++)
    nextGeneration.addAll(crossover(
            random Selection (current Generation),
            randomSelection(currentGeneration)));
currentGeneration = nextGeneration;
nextGeneration = new ArrayList < Chromosome > ();
```

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku Kode Program

Kode Program - Algoritma Genetik Kode Program - Algoritma Genetik Genezia berkatiya dhinyikitan dei genezia Selahunya megjanda pentra opatra tegatra tegatra gunta selahunya megjanda selahun tegatra gunta selahun tegatra dan selahun tegatra pentra selahun tegatra dan selahun tegatra selahun tegatra selahun tegatra selahun tegatra selahun tegatra pentra selahun tegatra selahun tegat

Generasi berikutnya dibangkitkan dari generasi sebelumnya menggunakan operator-operator algoritma genetik, seperti *elitism*, kawin silang, dan mutasi.

Hasil Pengujian - Algoritma Backtracking

- Pengujian algoritma backtracking dilakukan pada permainan dengan grid yang berukuran 4×4 sampai dengan 8×8 .
- Hasil pengujian algoritma backtracking dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1: Hasil pengujian algoritma backtracking untuk

Calcudoku

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan
4 × 4	100%	0.067 detik
5 × 5	100%	0.701 detik
6 × 6	100%	13.84 detik
7 × 7	100%	482.653 detik
8 × 8	100%	2134.655 detik



12-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Backtracking

Hasil Pengujian - Algoritma Backtracking

Pengujian algoritma *backtracking* dilakukan pada permainan degan *grid* berukuran 4×4 sampai dengan 8×8 . Hasil pengujian algoritma *backtracking* dapat dilihat pada Tabel 1.

- Pengujian algoritma *hybrid genetic* dilakukan pada *grid* dengan ukuran 4×4 sampai dengan 8×8 .
- Dilakukan 16 skenario pengujian.
- Nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik berbeda-beda untuk setiap skenario.
- Daftar nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik untuk setiap skenario dapat dilihat pada Tabel 2.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic



dengan 8×8 . Dilakukan 16 skenario pengujian. Nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik berbeda-beda untuk setiap skenario. Daftar nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik untuk setiap skenario dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengujian algoritma hybrid genetic dilakukan pada grid dengan ukuran 4 x 4 sampai

Table 2: Nilai untuk parameter-parameter algoritma genetik untuk setiap percobaan yang dilakukan

Skenario	Populasi	Generasi	Elitism	Mutasi	Kawin Silang
1	1000	100	10%	10%	80%
2	1000	100	5%	10%	85%
3	1000	100	10%	5%	85%
4	1000	100	5%	5%	90%
5	100	100	10%	10%	80%
6	100	100	5%	10%	85%
7	100	100	10%	5%	85%
8	100	100	5%	5%	90%
9	1000	10	10%	10%	80%
10	1000	10	5%	10%	85%
11	1000	10	10%	5%	85%
12	1000	10	5%	5%	90%
13	100	10	10%	10%	80%
14	100	10	5%	10%	85%
15	100	10	10%	5%	85%
16	100	10	5%	5%	90%

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic



Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 1 dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 3: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 1)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	100%	3.735 detik	3
5 × 5	42.308%	8.389 detik	9
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Skenario 1 dapat dilihat pada Tabel 3.							
Table 8: Hasil pengujian algoritma <i>hydrid genetic</i> untuk Calcudoku (Skenario 1)							
Ularan Cité	Total Science	North Park	Distriction State Service				
111	D.EES.	3/00 H35					
2-2	~						

 $\mbox{Hasil pengujian algoritma} \ \ \mbox{\it hybrid genetic} \ \mbox{\it untuk Skenario} \ \ 1 \ \mbox{\it dapat dilihat pada} \ \mbox{\it Tabel} \ \ 3.$

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.

Table 4: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 2)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	100%	4.183 detik	3
5 × 5	42.308%	9.258 detik	9
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku —Implementasi dan Pengujian —Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Skenario 2 danat diihat nada Tabel 4.						
Tall of Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk							
	Calcudok	ı (Skenari	2)				
Uhoran Grid	Calcudoki Razina Tenin Kristoska	(Skenari Konndo	Polit State Solida Sal				
Uharan Grid	500,500	Komputan	Falsa Natur Sollinik Sal Disk Rigardona Rado Kasard				
Uhoran Crist	Rata Fola Tinglas Kelenhaslan 1905	Konputan	Spit Mate Statistics St. One Signature Mate Second				
13 to 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Refu Kelerhasian	Korayatan Korayatan Korayatan	April Water Statistics State Only Signatures Alab States				
10 mm Crist 1	Rata Fola Tinglas Kelenhaslan 1905	Korayatan Korayatan Korayatan 1181 desh	2) Figure Sale Sale Sale Sale Old Significant Sale Sales				

 $\mbox{Hasil pengujian algoritma } \mbox{ $hybrid genetic} \mbox{ untuk Skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.}$

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Table 5: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 3)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	100%	3.924 detik	3
5 × 5	42.308%	8.806 detik	9
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic



Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 4 dapat dilihat pada Tabel 6.

Table 6: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 4)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	100%	4.371 detik	3
5 × 5	42.308%	9.676 detik	9
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	Hasil pengujian algoritma <i>hybrid genetic</i> untuk Skenario 4 dapat difhat pada Tabel 6.						
	Hasil pengujian a	lgoritma l	hybrid genetic untuk				
Calcudoku (Skenario 4)							
Ulteran Citi	Tinglas Kelerhaulan	Kemputan	Disi Kguhmu Kule Kusel				
Uhoran Crist	Tinglan Kelerhasian 1905	Kempatan Sampatan	Disk Signatura Asia Kasari				
Ultimat Chil		Komputan Komputan 6.335 desh 9.536 desh	Olic Rigorioma Rick Reser.				
Uhrran Cid 6 = 6 5 = 6 7 = 7		Konputer SAN dish	For Kota Solida				
15 × 5 × 5 × 5 × 5 × 5 × 5 × 5 × 5 × 5 ×		Konspatan Konspatan S.NS desh S.NS desh	Fata Kata SSRS GE Oliv Rigoritma Kale Essant 1				
Ultimate Crist		Konputer Konputer SEN SIN	FOLK Wills SORTEN SECOND CO. CO. SEQUENCE SECOND SEC				
Ultimate Crist E = E E = E F = E F = E		Konspalar Konspalar S.N. drob 93.5 drob	FOLL FAIR ASSESS GET Clair Rigards mar Rich Essand				
Uterus Cold		Konsputen Schola desk 93.9 200	Parts Falls Mills Williams Only Republican Rich Elevant				
Shows Cold 6 x 6 6 x 6 7 x 7 8 x 8		Kongular Kongular 833 debi	Fair Fair Sale Sales Fair				

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 4 dapat dilihat pada Tabel 6.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 5 dapat dilihat pada Tabel 7.

Table 7: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 5)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	56.41%	0.48 detik	5
5 × 5	19.231%	0.311 detik	14
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Skenario 5 danat dilihat nada Tabel 7.						
Table 7: I		lgoritma l ı (Skenari	hybrid genetic untuk o 5)				
Uharan Cité	Torius Kelerbeiler	Mara Para Konnadan	Policina South Sir Chi Santon Sub Sant				
10000	10.000	DATE SHOW					
	19.211%						
111 4							

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 5 dapat dilihat pada Tabel 7.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 6 dapat dilihat pada Tabel 8.

Table 8: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 6)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	56.41%	0.532 detik	5
5 × 5	19.231%	0.339 detik	14
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	ijian algoritma hat pada Tabel		netic untuk Skenario
			rybrid genetic untuk
		a (Skenario	
	Todas Scientifica		
414	96.675	Shippeten ShiD desh	S. Contraction of the Parising
111		SUD delle SUR delle	L.
1 × 1 1 × 1 1 × 1	96.675	SUD deb	L TE
4 : 4 5 : 5 5 : 5 7 : 7	96.675	STO dell STW dell	5 11
\$ 1 \$ \$ 1 \$ \$ 1 \$ 7 1 7 \$ 1 \$	96.675	SLU deb SLU deb SLU deb	S. It
\$ - \$ \$ - \$ \$ - \$ \$ - \$	96.675	SAU deb	E E E E E E E E E E E E E E E E E E E
1 - 1 5 - 5 5 - 5 7 - 7 7 - 7	96.675	210 ark 210 ark 210 ark	15 15
5 × 5 5 × 5 5 × 5 7 × 7	96.675	OLD deb	S. S
5 × 5 5 × 5 5 × 6 7 × 7 5 × 8	96.675	OLU della OLU della OLU della OLU della	S. 15

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 6 dapat dilihat pada Tabel 8.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 7 dapat dilihat pada Tabel 9.

Table 9: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 7)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	56.41%	0.505 detik	5
5 × 5	19.231%	0.325 detik	14
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	ijian algoritma hat pada Tabel		netic untuk Skenario
Table 9:		igoritma i a (Skenario	nybrid genetic untuk 17)
	100000	IB/C/TA/C/T	TOTAL CONTROL OF THE PARTY OF T
Ukurun Citi			
Uhorum Crid	19.65	Kemputan 2305 deb	Disi Kigurismu Rala Essani
S o S S o S S o S		State deb	Disi Rigorisma Riole Essent 5
Uhorun Crid	M.6% 1920%	Komputan SUX deb SUX BBS	Ohi Rigothma Rich Eastel III
13 to 2 to	M.6% 1920%	State and State	Old Egythma Rule Eastl
(Sharan CAF 6 × 6 6 × 6 7 × 7 8 × 8	M.6% 1920%	Storpular 3 tot drob 3 tot 200	Otal Rigorithma Rich Based
1 thoras C4F	M.6% 1920%	200 and 0.00 and 0.00 and	Chiel Signitima Rich Eland

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 7 dapat dilihat pada Tabel 9.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 8 dapat dilihat pada Tabel 10.

Table 10: Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Calcudoku (Skenario 8)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	56.41%	0.557 detik	5
5 × 5	19.231%	0.352 detik	14
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Implementasi dan Pengujian

Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	ijian algoritma hat pada Tabel		netic untuk Skenario
			hybrid genetic untuk
	Calcudok	ı (Skenari	8)
Uharan Grid	500,500	(Skenari Konndo	S) Rota Nata Solida Sal
Uhoran Crid	Togica Kelenheshe Marik	Konputer State Falls Konputer State State	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal
Ulteran Cold	Refu Kelerhasian	Auto Fata Komputan SUU desh	S) Fals Kala Salida Sal Olio Rigorina Rala Rasal
Uhorun Cid E x E E x E E x E	Rata Rata Tinglas Kelenhaslan McGCS 19.2025	Kongatan Kongatan Si Si S	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal
(Storan Cold 6 × 6 7 × 7 7 × 7 8 × 8	Rata Rata Tinglas Kelenhaslan McGCS 19.2025	Koraria Koraria Koraria Koraria Koraria Koraria Koraria	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 8 dapat dilihat pada Tabel 10.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 9 dapat dilihat pada Tabel 11.

Table 11: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 9)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	33.333%	0.457 detik	7
5 × 5	15.385%	0.487 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	ijian algoritma hat pada Tabel		netic untuk Skenario
	Hasil pengujian : Calcudok		hybrid genetic untuk
	500,500	1 (SKINSTI	- reconstruction and
Ukorun Crisi	Refu Kelerhasian	Rosa Fata Komputan	Foto Kata Solida Sol Olai Signitima Kala Kasad
Ukurun Chir	500,500	Kennyatan Salah dah	- reconstruction and
Uburun Crid	Refu Kelerhasian	Keepten Story Story	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasad
Uhorun Crid 5 × 5 5 × 5 7 × 7 5 × 2	Refu Kelerhasian	Konputan Komputan SAU deb	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasad
Uhoran Cold 5 = 5 5 = 5 5 = 5 7 = 7 5 = 3	Refu Kelerhasian	Komputen SUU desh SUU desh	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasad
Ulunus CH	Refu Kelerhasian	Konputer Konputer S107 drill	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasad
Ulurus Cid 1 - 2 - 2 5 - 2 5 - 2 7 - 7 2 - 2	Refu Kelerhasian	Konputer Konputer S107 dell S107 dell	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasad

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 9 dapat dilihat pada Tabel 11.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 10 dapat dilihat pada Tabel 12.

Table 12: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 10)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	33.333%	0.457 detik	7
5 × 5	15.385%	0.487 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

	ijian algoritma lihat pada Tab		netic untuk Skenario
	Hasil pengujian Calcudoku		hybrid genetic untuk 10)
Ularan Cid	Total Falsa Andrea	TOTAL PORT	NAME AND ADDRESS OF
10000	1000000	the same of the same	

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 10 dapat dilihat pada Tabel 12.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 11 dapat dilihat pada Tabel 13.

Table 13: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 11)

Ukuran Grid	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	33.333%	0.457 detik	7
5 × 5	15.385%	0.487 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 11 dapat dilihat pada Tabel 13.

Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Skenario

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 12 dapat dilihat pada Tabel 14.

Table 14: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 12)

Ukuran Grid	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	33.333%	0.457 detik	7
5 × 5	15.385%	0.487 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma <i>Hybrid Genetic</i>

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 12 dapat dilihat pada Tabel 14.



Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 13 dapat dilihat pada Tabel 15.

Table 15: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 13)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	23.077%	0.048 detik	9
5 × 5	15.385%	0.077 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid</i> <i>Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku	
Implementasi dan Pengujian	
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic	

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 13 dapat dilihat pada Tabel 15.



Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 14 dapat dilihat pada Tabel 16.

Table 16: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 14)

Ukuran Grid	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	23.077%	0.048 detik	9
5 × 5	15.385%	0.077 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Skenario 14 dapat dilihat pada Tabel 16.				
	Hasil pengujian Calcudoku		hybrid genetic untuk 14)	
Ularan CM	Tourist Kelesharian	Kunnan	Dist Specime Sub-Speci	
Uhorun Crid	Tinglet Kelerhesler SLETTS	Komputan Scott desh	Disk Rigoritms Aside Essent	
Uhoran Chil		Konputer S200 deth S200 deth	Parts Auto cattook set One Reporteme Rich Exemi 0 15	
Ultiman Cold	SETS RESERVE	Konspaler 5308 deb 9207 888	Citis Repubma Rule Eased	
Ultimum Crid	SETS RESERVE	Xempulan 2208 drsh 2277 888	Final Parks Annies Sei Olio Kilgorinma Riele Kanad	
Uhrran Crid	SETS RESERVE	Komputen 0200 desk	Falsa trabs auditable for Disk Stignelman Riche Etymori Disk Stignelman Riche Etymori 2 E	

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 14 dapat dilihat pada Tabel 16.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 15 dapat dilihat pada Tabel 17.

Table 17: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 15)

Ukuran Grid	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	23.077%	0.048 detik	9
5 × 5	15.385%	0.077 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma <i>Hybrid Genetic</i>

Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Skenario 15 dapat diihat pada Tabel 17.				
	Hasil pengujian Calcudoks	algoritma (Skenario	hybrid genetic untuk 15)	
Ularan Cité	Total Science	Kennes	Disk Sanday Sale Sand	
Uhoran Crist	Tingles Kelerhesler 20,07%	Kempatan Sampatan Sampatan Sampatan	Pota Nata State Said Disk Rigaritma Rain Easted	
Uhrran CAI		Kerapatan Sempatan 9201 deb	Fata Kala 20158 Sil Disi Sigurbina Rala Essel 0 15	
Charan CAF 6 × 6 6 × 6 7 × 7 8 × 8	SETS RESERVE	Kempulan S200 desh 9207 desh	Fata Fata solida Sil Gial Rigorima Rale Essant C	
(Boran Cid 5 = 5 5 = 5 5 = 5 7 = 7 8 = 8	SETS RESERVE	Kata Fata Kempulan 0308 desk 0207 desk	Figure Rate Control Sci. Chia Signatura Rate Especia Elizarea Elizarea Elizarea Elizarea Elizarea Elizarea Elizarea Elizarea Elizarea	
Ubove Crid	SETS RESERVE	Keraputan Screputan SCO Miss	First Kale Antifalt Gil Odd Rigaritma Rafe Faund 5 25	

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 15 dapat dilihat pada Tabel 17.

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 16 dapat dilihat pada Tabel 18.

Table 18: Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Calcudoku (Skenario 16)

Ukuran <i>Grid</i>	Rata-Rata Tingkat Keberhasilan	Rata-Rata Kecepatan	Rata-Rata Jumlah Sel Diisi Algoritma <i>Rule Based</i>
4 × 4	23.077%	0.048 detik	9
5 × 5	15.385%	0.077 detik	15
6 × 6	0%	-	-
7 × 7	0%	-	-
8 × 8	0%	-	-

Perbandingan Algoritma <i>Backtracking</i> dan Algoritma <i>Hybrid Genetic</i> untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku
Implementasi dan Pengujian
Hasil Pengujian - Algoritma Hybrid Genetic

Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk Skenario 16 dapat dilihat pada Tabel 18.							
Table 18: Hasil pengujian algoritma hybrid genetic untuk							
	Calcudoks	(Skenario	16)				
Uhrun EHF	Calcudoku Rasa Kalu Tinglas Kaleshaslas	(Skenario	Foto Kata Solida Sal Disk Significan Kale Sanot				
Uhorun Chif	500,500	(Skenario Komputan Scott dish	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				
Uhoran Crid	Refu Kelerhasian	(Skenario Komputan 5338 deb	- International Control				
Uhrran Crid	Refu Kelerhasian	Kerario Keraria Kerapaan 000 deb	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				
10 mm Crist 5 m 5 5 m 5 5 m 5 7 m 7	Refu Kelerhasian	(Skenario Kerario Kemputan SSR Mela SSR	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				
Ultimate Crist \$ - 5 \$ - 5 \$ - 5 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7 \$ - 7	Refu Kelerhasian	(Skenario Kespata Kespatan 0200 deb 0200 MM	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				
Ukurus Crid	Refu Kelerhasian	(Skenario	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				
Ulurus C66 5.0.5 5.0.5 5.0.5 7.0.7 5.0.8	Refu Kelerhasian	(Skenario Karayasa Kasayasa 3000 data 3000 data	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				
Ultimat Crist	Refu Kelerhasian	(Skenario Razysta Komputer 920 800	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				
Ukurus Did E 1 E E 1 E E 1 E E 2 E E 2 E E 2 E	Refu Kelerhasian	(Skenario Rasysta Sampton 550 and 550 and	Fata Kata Solida Sal Olai Sigurisma Kale Kasal				

Hasil pengujian algoritma *hybrid genetic* untuk Skenario 16 dapat dilihat pada Tabel 18.

Demo Program

Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku Implementasi dan Pengujian Demo Program

Demo Program

Simpulan

- Perangkat lunak permainan teka-teki Calcudoku dengan dua *solver*, yaitu *solver* dengan algoritma *backtracking* dan *solver* dengan algoritma *hybrid genetic*, berhasil dibuat.
- Algoritma backtracking dapat menyelesaikan semua permainan yang diujikan, tetapi pada ukuran grid yang besar, algoritma backtracking sangat lambat dalam menyelesaikan permainan.
- Ada kemungkinan algoritma hybrid genetic gagal dalam menyelesaikan permainan karena sifat acak dari algoritma hybrid genetic ini. Semakin besar ukuran grid, maka kemungkinan algoritma hybrid genetic gagal dalam menyelesaikan permainan semakin besar.



Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Simpulan dan Saran

-Simpulan

npulan

Perangkat lunak permainan teka-teki Ca dua solver, yaitu solver dengan algoritm dan solver dengan algoritma livbrid sens

 Algoritma backtracking dapat menyelesaikan se permainan yang diujikan, tetapi pada ukuran g bacar algoritma backtracking capatal husbat d

besar, algoritma backtracking sangat lambat dalam menyelesaikan permainan. Ada kemungkinan algoritma hybrid genetic gagal da menyelesaikan permainan karena sifat acak dari

da kemungkinan algoritma hybrid genetic gagal dala enyelosaikan permainan karena silat acak dari goritma hybrid genetic iri. Semakin besar seluran gr aka kemungkinan algoritma hybrid genetic gagal alam menyelosaikan permainan semakin besar.

Perangkat lunak permainan teka-teki Calcudoku dengan dua solver, yaitu solver dengan algoritma backtracking dan solver dengan algoritma hybrid genetic, berhasil dibuat. Perangkat lunak ini menerima input berupa soal teka-teki dan mampu menyelesaikan soal teka-teki tersebut menggunakan algoritma backtracking dan hybrid genetic.

Algoritma backtracking dapat menyelesaikan semua permainan yang diujikan, tetapi pada ukuran grid yang besar, algoritma backtracking sangat lambat dalam menyelesaikan permainan.

Ada kemungkinan algoritma hybrid genetic gagal dalam menyelesaikan permainan karena sifat acak dari algoritma hybrid genetic ini. Semakin besar ukuran grid, maka kemungkinan algoritma hybrid genetic gagal dalam menyelesaikan permainan semakin besar.

Simpulan

- Pada ukuran *grid* yang kecil, algoritma *hybrid genetic* cenderung menyelesaikan permainan lebih lambat daripada algoritma *backtracking*.
- Pada ukuran *grid* yang besar, algoritma *hybrid genetic* mungkin mampu menyelesaikan permainan lebih cepat daripada algoritma *backtracking*, tetapi hal ini tidak dapat dibuktikan karena algoritma *hybrid genetic* gagal dalam menyelesaikan permainan dengan ukuran *grid* yang besar.
- Banyaknya sel yang diisi dalam tahap algoritma *rule* based dan nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik mempengaruhi kecepatan dan tingkat keberhasilan algoritma *hybrid genetic* dalam menyelesaikan permainan.

		200

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Simpulan dan Saran

-Simpulan

npulan

 Pada ukuran grid yang kecil, algoritma hybrid geneti cenderung menyelesaikan permainan lebih lambat daripada aleoritma backtracking.

Pada ukuran grid yang besar, algoritma hybrid genetic mungkin mampu menyelesaikan permainan lebih cepat daripada algoritma backtracking, tetapi hal ini tidak dapat dibuktikan karena algoritma hybrid genetic gaga dalam menyelesaikan permainan dengan ukuran grid man berasikan

> Banyaknya sel yang disi dalam tahap algoritma ruh based dan nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik mempengaruhi kecepatan dan tin kaberhasilan algoritma hybrid genetic dalam menyeksaikan permainan.

Pada ukuran grid yang kecil, algoritma hybrid genetic cenderung menyelesaikan permainan lebih lambat daripada algoritma backtracking. Tetapi, pada ukuran grid yang besar, algoritma hybrid genetic mungkin mampu menyelesaikan permainan lebih cepat daripada algoritma backtracking, tetapi hal ini tidak dapat dibuktikan karena algoritma hybrid genetic gagal dalam menyelesaikan permainan dengan ukuran grid yang besar.

Banyaknya sel yang diisi dalam tahap algoritma *rule based* dan nilai dari parameter-parameter untuk algoritma genetik mempengaruhi kecepatan dan keberhasilan algoritma *hybrid genetic* dalam menyelesaikan permainan. Semakin banyak sel yang diisi dalam tahap algoritma *rule based*, semakin besar juga kemungkinan algoritma genetik untuk berhasil dalam menyelesaikan permainan dan semakin cepat algoritma genetik dalam menyelesaikan permainan. Semakin besar populasi dalam sebuah generasi sampai ke titik tertentu, dan semakin banyak generasi sampai ke titik tertentu, maka semakin besar juga kemungkinan algoritma *hybrid genetic* berhasil dalam menyelesaikan permainan. Semakin besar tingkat *elitism* dan tingkat mutasi sampai ke titik tertentu, maka semakin cepat juga algoritma *hybrid genetic* dalam menyelesaikan permainan.

Saran

- Memperbaiki GUI dari perangkat lunak ini agar petunjuk dapat ditampilkan sebagaimana mestinya.
- Menambah aturan-aturan logika untuk algoritma rule based, misalnya aturan naked subset untuk cage yang berukuran lebih besar dari 3 sel, aturan hidden subset untuk cage yang berukuran lebih besar dari 2 sel, aturan killer combination untuk cage yang berukuran lebih besar dari 2 sel.
- Memperbaiki algoritma genetik, misalnya proses pemberian nilai kelayakan untuk kromosom, proses pemilihan kromosom untuk kawin silang dan mutasi, proses *elitism*, proses kawin silang, dan proses mutasi.



Perbandingan Algoritma *Backtracking* dan Algoritma *Hybrid Genetic* untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

Simpulan dan Saran

Saran

Memprehali GUI dari perangkat lunak ini agar peta dapat ditampilian sebagaimana mentinya. Memambah ataran-ataran logiku untuk algoritma rabased, misaliya ataran naked sebest matuk capy vapa berekuana hikih besar dari 3 asi, ataran hididin mula setuk capy vap demiran hikih besar dari 2 sal, a kilifar combination untuk capy vang berukuran hibih besar dari 2 oli. Memperhalik algoritma genetik, misaliya proses pembelain nila kilaykhan untuk venoom, proses

Memperbaiki GUI dari perangkat lunak ini agar petunjuk, yaitu angka tujuan dan operasi matematika yang ditentukan untuk sebuah *cage*, dapat ditampilkan sebagaimana mestinya, yaitu pada di sudut kiri atas sel yang paling atas dan yang paling kiri dalam *cage* tersebut.

Menambah aturan-aturan logika untuk algoritma *rule based*, misalnya aturan *naked subset* untuk *cage* yang berukuran lebih besar dari 3 sel, aturan *hidden subset* untuk *cage* yang berukuran lebih besar dari 2 sel, aturan *killer* combination untuk *cage* yang berukuran lebih besar dari 2 sel, dan aturan *evil twin* untuk *cage* yang berukuran minimal 2 sel. Dengan menambah aturan-aturan logika untuk algoritma *rule based*. Diharapkan, dengan menambah aturan-aturan logika untuk algoritma *rule based*, maka tingkat kesuksesan algoritma *hybrid genetic* dalam menyelesaikan permainan Calcudoku dapat meningkat.

Memperbaiki algoritma genetik, misalnya proses pemberian nilai kelayakan untuk kromosom, proses pemilihan kromosom untuk kawin silang dan mutasi, proses *elitism*, proses kawin silang, dan proses mutasi, sehingga tingkat kesuksesan algoritma *hybrid genetic* dalam menyelesaikan permainan Calcudoku dapat meningkat.

Daftar Pustaka

- Asanilta Fahda, KenKen Puzzle Solver using
 Backtracking Algorithm, Makalah IF2211 Strategi
 Algoritma Semester II Tahun 2014/2015, Program
 Studi Teknik Informatika, Sekolah Teknik Elektro
 dan Informatika, Institut Teknologi Bandung 2015.
- Olivia Johanna, Samuel Lukas, Kie Van Ivanky Saputra, Solving and Modeling Ken-ken Puzzle by Using Hybrid Genetics Algorithm, 1st International Conference on Engineering and Technology Development (ICETD 2012), Faculty of Engineering and Faculty of Computer Science, Bandar Lampung University, 2012.

Perbandingan Algoritma Backtracking dan Algoritma Hybrid
Genetic untuk Menyelesaikan Permainan Calcudoku

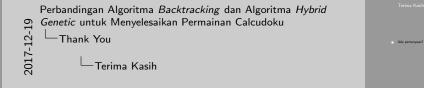
Daftar Pustaka
Daftar Pustaka

aftar Pustaka

P. Asanita Fahda, Kenkén Puzzle Solver using Backtracking Algorithm, Makalah IP2211 Strate Algoritma - Semistre II Tahun 2014/2015, Po Studi Tehnik Informatika, Sekolah Tehnik Elekt dan Informatika, Institut Teknologi Bandung 20

dan Informatika, Institut Teknologi Bandung 201
Olivia Johanna, Samuel Lukas, Kie Van Ivanky
Saputra, Sobing and Modeling Ken-Ivan Puzzle L Using Hybrid Genetics Algorithm. 1st Internation Conference on Engineering and Technology Development (ICETD 2012). Faculty of Engineer and Faculty of Compater Science, Bandar Lampu University. 2012 Terima Kasih

Ada pertanyaan?



(미) (원) (분) (분) 별 (위)