

Laporan Tugas Besar 2
IF3170 Intelegensi Buatan
Membuat Agen Minesweeper Berdasarkan Knowledge
Based System



Disusun Oleh - Kelompok BunkerCabangK1 - K01:

Muhammad Hasan	13518012
Farras Mohammad Hibban Faddila	13518017
Fabian Zhafransyah	13518022
Jun Ho Choi Hedyatmo	13518044

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung
2020

Daftar Isi

Daftar Isi	2
Bab I	
Tahapan Membangun Aplikasi	3
1.1. Pembuatan Rule CLIPS	3
1.2. Pembuatan Wrapper CLIPS dengan Python	3
1.3. Pembuatan GUI dengan PyGame	3
1.4. Pembuatan Minesweeper Engine	3
Bab II	
Dokumentasi Aplikasi	5
Bab III	
User Manual	6
3.1. Instalasi Aplikasi	6
3.2. Komponen Aplikasi	7
3.3. Tampilan Aplikasi	8
Bab IV	
Proses Update dan Inferensi Fakta	11

Bab I

Tahapan Membangun Aplikasi

Berikut adalah tahapan pembangunan aplikasi, yang terdiri dari KBS (*Knowledge Base System*) dan *Wrapper*-nya. KBS diimplementasikan dengan bahasa CLIPS. Aplikasi yang dibuat berbentuk *minesweeper* yang memiliki fitur penyelesaian otomatis oleh KBS.

1.1. Pembuatan Rule CLIPS

Pertama, kami menentukan *rule-rule* yang digunakan KBS sebagai *knowledge base*. *Rule* yang digunakan merupakan aturan-aturan dasar dalam menyelesaikan *minesweeper*. *Rule* tersebut diimplementasikan menjadi aturan-aturan CLIPS. Daftar *rule* didefinisikan pada file eksternal terpisah yang berekstensi .clp, yaitu ekstensi file untuk program CLIPS. Rule-rule dimasukkan pada file-file terpisah sesuai dengan fungsionalitasnya. Rule ini nantinya akan di-load pada program.

1.2. Pembuatan Wrapper CLIPS dengan Python

Kemudian, kami membuat *wrapper* program untuk mempermudah pengontrolan *flow* eksekusi program, juga agar dapat membuat GUI dari KBS tersebut.

1.3. Pembuatan GUI dengan PyGame

Graphical User Interface (GUI) dibuat dengan PyGame, platform yang dirancang untuk menulis video game. Ini termasuk grafik komputer dan perpustakaan suara yang dirancang untuk digunakan dengan bahasa pemrograman Python.

1.4. Pembuatan Minesweeper Engine

Minesweeper engine yang digunakan pada aplikasi ini dibuat dengan menggunakan python. Sesuai dengan yang dispesifikasi, Minesweeper Engine ini merupakan agen berbasis *knowledge* (*Knowledge Based Agent*). Dalam aplikasi kami, program CLIPS tidak perlu dijalankan ketika menjalankan aplikasi Minesweeper ini karena digunakan library CLIPS pada python yaitu clipspy (<https://clipspy.readthedocs.io/en/latest/clips.html>).

Berikut ini adalah tahapan pembuatan Minesweeper Engine pada aplikasi ini.

1. Pendefinisian Daftar Fakta serta Rule pada Minesweeper Engine
2. Import Library `clipsy` pada program python dan inialisasi fakta Knowledge Based Agent pada python
3. Pembuatan Logic Game Minesweeper

Bab II

Dokumentasi Aplikasi

Dokumentasi Aplikasi kami terdapat di repository <https://github.com/donbasta/minesweeper-kbs>, Dokumentasi tersebut berisi deskripsi aplikasi kami, tampilan aplikasi, cara menjalankan aplikasi, dan kontributor aplikasi kami. Selain itu bisa dilihat pula *source code* dan *rule* CLIPS yang telah dibuat.

Bab III

User Manual

3.1. Instalasi Aplikasi

1. Download ZIP repository kami yang berada pada link <https://github.com/donbasta/minesweeper-kbs>, ekstraksi pada suatu folder
2. Pastikan komputer anda terinstall Python 3. Jika belum, download di <https://www.python.org/>
3. Install module PyGame dan ClipsPy:

Berikut adalah contoh cara melakukan instalasi module tersebut:

```
>>> pip install pygame
Collecting pygame
  Downloading pygame-2.0.0-cp37-cp37m-win_amd64.whl (5.1 MB)
    |████████████████████████████████████████| 5.1 MB 3.2 MB/s
Installing collected packages: pygame
Successfully installed pygame-2.0.0
>>> pip install clipspy
Collecting clipspy
  Downloading clipspy-0.3.3-cp37-cp37m-win_amd64.whl (477 kB)
    |████████████████████████████████████████| 477 kB 2.2 MB/s
Collecting cffi>=1.0.0
  Downloading cffi-1.14.4-cp37-cp37m-win_amd64.whl (178 kB)
    |████████████████████████████████████████| 178 kB 6.4 MB/s
Collecting pycparser
  Downloading pycparser-2.20-py2.py3-none-any.whl (112 kB)
    |████████████████████████████████████████| 112 kB ...
Installing collected packages: pycparser, cffi, clipspy
Successfully installed cffi-1.14.4 clipspy-0.3.3 pycparser-2.20
```

4. Buka command prompt pada hasil ekstraksi *repository*, lalu jalankan perintah berikut.

```
>>> python gui.py game_config/game4.txt
Collecting pygame
  Downloading pygame-2.0.0-cp37-cp37m-win_amd64.whl (5.1 MB)
    |████████████████████████████████████████| 5.1 MB 3.2 MB/s
Installing collected packages: pygame
```

Pada perintah tersebut, dapat dilihat argumen `game_config/game4.txt`, bagian ini dapat diganti dengan file konfigurasi yang **disimpan** pada folder `game_config`

5. Jika sudah muncul gamenya, anda dapat memainkan gamenya seperti biasa, atau anda dapat klik next jika ingin gamenya dilanjutkan oleh AI.

3.2. Komponen Aplikasi

Berikut adalah penjelasan komponen yang digunakan pada aplikasi. Komponen merupakan *file* dan struktur folder

1. `gui.py`

Merupakan tempat program utama berjalan. File ini berisi pembuatan GUI yang dibuat dengan PyGame, dan integrasi dengan KBS yang diimplementasikan pada `agent.py`. Agen AI pada `agent.py` akan di instansiasi pada file ini, lalu berkomunikasi dengan GUI.

2. `agent.py`

Merupakan implementasi agen untuk aplikasi. File ini berisi kelas `KBAgent` yang bertugas untuk melakukan inferensi CLIPS berdasarkan rule CLIPS yang terdapat pada folder `clips`.

3. `utils.py`

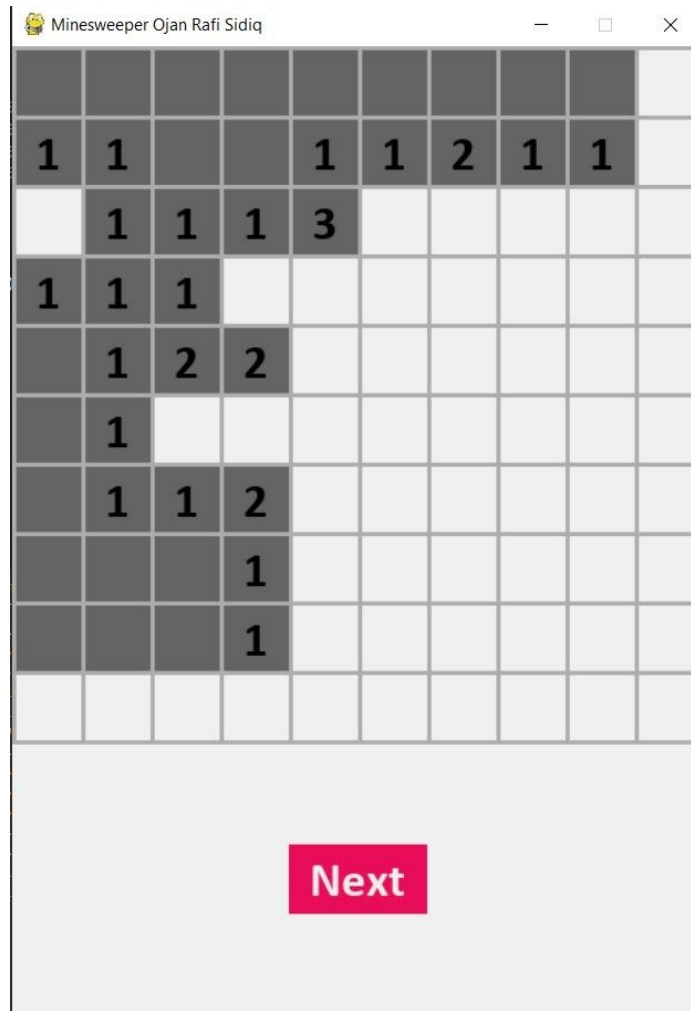
Merupakan file yang berisi fungsi-fungsi utilitas yang diperlukan seperti pembacaan file game eksternal, *generate* angka berdasarkan konfigurasi game, dan lain-lain.

4. Semua file `.clp` (yang berisi seluruh rule milik KB Agent) pada folder `clips`.

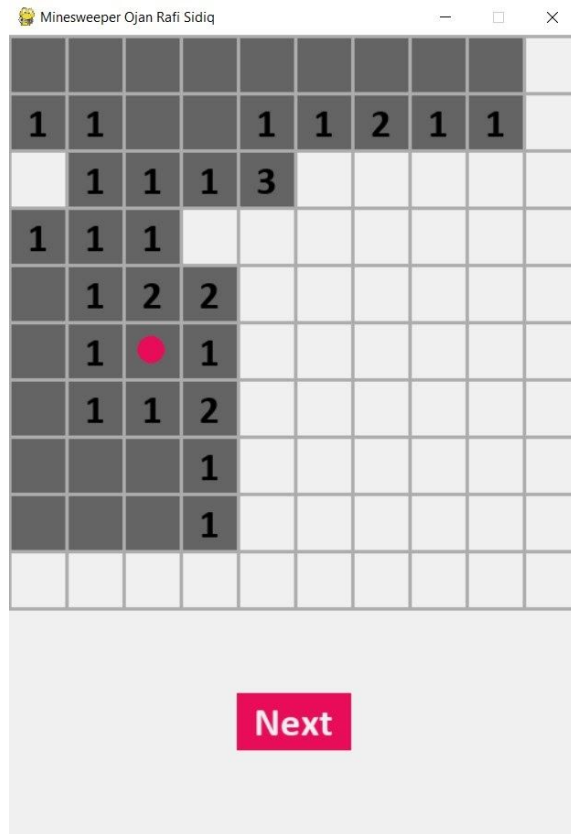
5. Seluruh konfigurasi game ditulis dalam format yang telah ditentukan dalam spesifikasi, dan disimpan pada file .txt eksternal pada folder game_config.

3.3. Tampilan Aplikasi

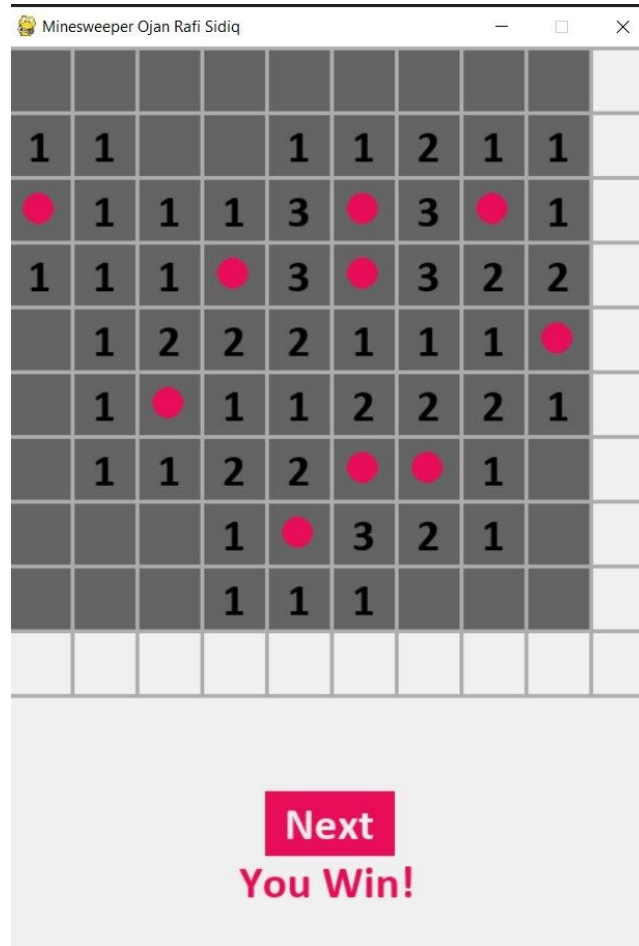
Berikut adalah tampilan aplikasinya.



Tiap *cell* yang masih tertutup dapat anda klik, setelah itu *cell* akan terbuka, bila didalamnya bukan *bomb* maka akan dibuka juga *cell-cell* lain yang *adjacent* dengan *cell* tersebut. Jika yang dibuka adalah *bomb* maka anda kalah. Selain itu juga ada tombol next, dimana anda bisa menggunakan AI berbasis *rule* yang ditulis dalam CLIPS. Jika anda klik tombol next tersebut, maka langkah terbaik akan dipilih oleh AI.



Berikut contoh langkah yang dipilih oleh AI, *bomb* yang terdeteksi oleh AI juga akan ditandai.



Apabila seluruh bom telah selesai ditemukan, maka permainan berhasil dimenangkan dan selesai.

Bab IV

Proses Update dan Inferensi Fakta

Fakta yang disimpan oleh Minesweeper Engine adalah sebagai berikut. Beberapa fakta merupakan fakta yang statik (tidak berubah dari awal hingga akhir permainan), dan beberapa fakta yang lain merupakan fakta yang dinamik (berubah; di-*assert* atau di-*retract* selama permainan berlangsung)

- (isi ?x ?y ?z)
Fakta dari koordinat (x, y) berisi angka z (0, 1, 2, 3, 4) yang menyatakan banyaknya bom yang ada pada kotak di dekatnya
- (coordinate ?x ?y)
Fakta untuk menyatakan koordinat, dengan absis x dan ordinat y
- (adjacent ?x1 ?y1 ?x2 ?y2)
Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x1, y1) dan (x2, y2) saling berdekatan (*adjacent*).
- (adjacent-by-edge ?x1 ?y1 ?x2 ?y2)
Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x1, y1) dan (x2, y2) saling bersisian (*adjacent* dan *sharing common edge*)
- (successive ?x1 ?y1 ?x2 ?y2 ?x3 ?y3)
Fakta ini menyatakan tiga koordinat (x1, y1), (x2, y2), dan (x3, y3) sejajar, baik secara horizontal maupun vertikal
- (unknown ?x ?y)
Fakta ini menunjukkan bahwa koordinat (x, y) masih belum diketahui nilainya (ada bomb atau tidak)
- (safe ?x ?y)
Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x, y) bukan bomb
- (bomb ?x ?y)
Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x, y) adalah bomb
- (pojok ?x ?y)
Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x, y) ada berada pada salah satu dari 4 pojok *gameboard* (memiliki tiga kotak berdekatan)
- (sisi ?x ?y)
Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x, y) ada pada salah satu sisi *gameboard*.
(memiliki lima kotak berdekatan)

- (tengah ?x ?y)

Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x, y) tidak berada di sisi maupun di pojok *gameboard*. (memiliki delapan kotak berdekatan)

- (ask-isi ?x ?y)

Fakta ini menyatakan bahwa koordinat (x, y) siap untuk ditanyakan isinya pada sistem di luar KBS

Fakta-fakta berikut diinferensi dengan *rule* berikut:

- defrule expand_nol_pojok

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *assertion* fakta (ask-isi ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (x, y) dengan isi 0, dan merupakan titik yang berada di pojok. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (pojok ?x ?y)

- defrule expand_nol_sisi

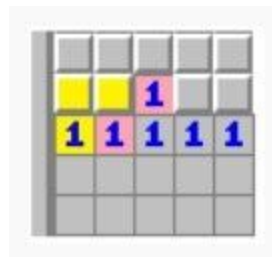
Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *assertion* fakta (ask-isi ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (x, y) dengan isi 0, dan merupakan titik yang berada di sisi. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (sisi ?x ?y)

- defrule expand_nol_tengah

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *assertion* fakta (ask-isi ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (x, y) dengan isi 0, dan merupakan titik yang berada di tengah. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (tengah ?x ?y)

- defrule pattern_satu_dan_satu_adjacent

Rule ini melakukan pencarian pada fakta-fakta di *knowledge base* yang cocok dengan pola berikut ini.



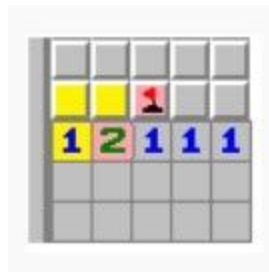
Pola ini merupakan pola dengan dua kotak berisi angka 1 berdekatan, dengan salah satunya terletak pada sisi *board*, dan salah satu sisi yang dibatasi kedua kotak tersebut sudah terisi semua, dan sisi yang lain masin *unknown*.

- defrule pattern_satu_dan_satu_adjacent_di_sisi

Rule ini melakukan pencarian pada fakta-fakta di *knowledge base* yang cocok dengan pola di atas, tetapi kedua angka satu yang *adjacent* terletak pada pinggiran board.

- defrule pattern_satu_dan_dua_adjacent

Rule ini melakukan pencarian pada fakta-fakta di *knowledge base* yang cocok dengan pola berikut ini.



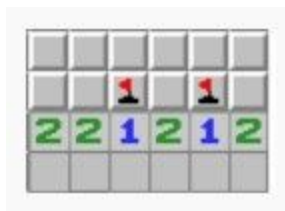
Pola ini merupakan pola dengan dua kotak berisi angka 1 dan 2 berdekatan, dengan salah satunya menempel pada tembok, dan salah satu sisi yang dibatasi kedua kotak tersebut sudah terisi semua, dan sisi yang lain masin *unknown*.

- defrule pattern_satu_dan_satu_adjacent_di_sisi

Rule ini melakukan pencarian pada fakta-fakta di *knowledge base* yang cocok dengan pola di atas, tetapi kedua kotak yang *adjacent* tersebut terletak pada pinggiran board.

- defrule pattern_satu_dua_satu_adjacent

Rule ini melakukan pencarian pada fakta-fakta di *knowledge base* yang cocok dengan pola berikut ini.



Pola ini merupakan pola dengan tiga kotak berisi angka 1, 2 dan 1 secara berurutan, dan salah satu sisi yang dibatasi ketiga kotak tersebut sudah terisi semua, dan sisi yang lain masin *unknown*.

- defrule pattern_satu_dua_satu_adjacent_di_sisi

Rule ini melakukan pencarian pada fakta-fakta di *knowledge base* yang cocok dengan pola di atas, tetapi ketiga kotak yang *adjacent* tersebut terletak pada pinggiran board.

- `defrule bagpojok_satu_expose_bomb`

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (*unknown* ?x ?y) dan *assertion* fakta (*bomb* ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 1, dan merupakan titik yang berada di pojok. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (*pojok* ?x ?y)

- `defrule bagpojok_dua_expose_bomb`

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (*unknown* ?x ?y) dan *assertion* fakta (*bomb* ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 2, dan merupakan titik yang berada di pojok. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (*pojok* ?x ?y)

- `defrule bagpojok_tiga_expose_bomb`

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (*unknown* ?x ?y) dan *assertion* fakta (*bomb* ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 3, dan merupakan titik yang berada di pojok. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (*pojok* ?x ?y)

- `defrule bagsisi_satu_expose_bomb`

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (*unknown* ?x ?y) dan *assertion* fakta (*bomb* ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 1, dan merupakan titik yang berada di sisi. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (*sisi* ?x ?y)

- `defrule bagsisi_dua_expose_bomb`

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (*unknown* ?x ?y) dan *assertion* fakta (*bomb* ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 2, dan merupakan titik yang berada di sisi. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (*sisi* ?x ?y)

- `defrule bagsisi_tiga_expose_bomb`

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (*unknown* ?x ?y) dan *assertion* fakta (*bomb* ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 3, dan merupakan titik yang berada di sisi. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (*sisi* ?x ?y)

- `defrule bagsisi_empat_expose_bomb`

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan *assertion* fakta (bomb ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 4, dan merupakan titik yang berada di sisi. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (sisi ?x ?y)

- defrule bagtengah_satu_expose_bomb

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan *assertion* fakta (bomb ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 1, dan merupakan titik yang berada di tengah *gameboard*. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (pojok ?x ?y)

- defrule bagtengah_dua_expose_bomb

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan *assertion* fakta (bomb ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 2, dan merupakan titik yang berada di tengah *gameboard*. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (pojok ?x ?y)

- defrule bagtengah_tiga_expose_bomb

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan *assertion* fakta (bomb ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 3, dan merupakan titik yang berada di pojok. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (pojok ?x ?y)

- defrule bagtengah_empat_expose_bomb

Rule ini melakukan **update fakta** dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan *assertion* fakta (bomb ?x ?y) pada koordinat yang *adjacent* dengan suatu koordinat (a, b) dengan isi 4, dan merupakan titik yang berada di tengah *gameboard*. Titik tersebut dipastikan memenuhi syarat fakta (pojok ?x ?y)

- defrule satu_expose_unknown

Rule ini melakukan **update** fakta terhadap suatu koordinat (x, y) yang di dekat koordinat (a, b) dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan *assertion* fakta (ask isi ?x ?y) apabila pada koordinat (a, b) berisi angka satu dan sudah terdapat satu koordinat lain selain (x, y) yang berisi bom di dekatnya

- defrule dua_expose_unknown

Rule ini melakukan **update** fakta terhadap suatu koordinat (x, y) yang di dekat koordinat (a, b) dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan *assertion* fakta (ask

isi ?x ?y) apabila pada koordinat (a, b) berisi angka dua dan sudah terdapat dua koordinat lain selain (x, y) yang berisi bom di dekatnya

- `defrule tiga_expose_unknown`

Rule ini melakukan **update** fakta terhadap suatu koordinat (x, y) yang di dekat koordinat (a, b) dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan assertion fakta (ask isi ?x ?y) apabila pada koordinat (a, b) berisi angka tiga dan sudah terdapat tiga koordinat lain selain (x, y) yang berisi bom di dekatnya

- `defrule empat_expose_unknown`

Rule ini melakukan **update** fakta terhadap suatu koordinat (x, y) yang di dekat koordinat (a, b) dengan melakukan *retraction* fakta (unknown ?x ?y) dan assertion fakta (ask isi ?x ?y) apabila pada koordinat (a, b) berisi angka empat dan sudah terdapat empat koordinat lain selain (x, y) yang berisi bom di dekatnya