

# Kecerdasan Buatan

Semester Ganjil 2024/2025

## 07. Agen Logika

Singa



**INFORMATIKA**  
**UNPAR**

- Agen Berbasis Pengetahuan
- **Dunia Wumpus**
- Logika Proposisional
- Pemeriksaan Metode
- Pembuktian Teorema
- Pengantar Logika Orde Pertama

# Persiapan



# Persiapan

masalah dengan Agen Pemecahan Masalah:

masalah dengan Agen Pemecahan Masalah:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas

masalah dengan Agen Pemecahan Masalah:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah



masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah
- menggunakan penalaran

masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah
- menggunakan penalaran

contoh: bermain penyapu ranjau

masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah
- menggunakan penalaran

contoh: bermain penyapu ranjau

**Agen Berbasis Pengetahuan** mengambil tindakan yang

masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah
- menggunakan penalaran

contoh: bermain penyapu ranjau

**Agen Berbasis Pengetahuan** mengambil tindakan yang

- menggunakan proses penalaran: membutuhkan pengetahuan untuk memilih tindakan



masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah
- menggunakan penalaran

contoh: bermain penyapu ranjau

**Agen Berbasis Pengetahuan** mengambil tindakan yang

- menggunakan proses penalaran: membutuhkan pengetahuan untuk memilih tindakan
- mewakili representasi internal pengetahuan

masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah
- menggunakan penalaran

contoh: bermain penyapu ranjau

**Agen Berbasis Pengetahuan** mengambil tindakan yang

- menggunakan proses penalaran: membutuhkan pengetahuan untuk memilih tindakan
- mewakili representasi internal pengetahuan
- pengetahuan = *kalimat* dalam bahasa representasi pengetahuan (bahasa formal).

masalah dengan **Agen Pemecahan Masalah**:

- “mengetahui” hal yang sangat terbatas
- membutuhkan observabilitas penuh dan lingkungan statis

**manusia** dapat memperoleh informasi baru:

- menggabungkan pengetahuan dan pengalaman mentah
- menggunakan penalaran

contoh: bermain penyapu ranjau

**Agen Berbasis Pengetahuan** mengambil tindakan yang

- menggunakan proses penalaran: membutuhkan pengetahuan untuk memilih tindakan
- mewakili representasi internal pengetahuan
- pengetahuan = *kalimat* dalam bahasa representasi pengetahuan (bahasa formal).
- Kalimat adalah pernyataan tentang dunia.

## *AI Logis*

*"Idenya adalah bahwa seorang agen dapat mewakili pengetahuan tentang dunianya, tujuannya dan situasi saat ini dengan kalimat-kalimat dalam logika dan memutuskan apa yang harus dilakukan dengan menyimpulkan bahwa tindakan atau tindakan tertentu tepat untuk mencapai tujuannya."*

John McCarthy



# Agen Berbasis Pengetahuan

# Agen Berbasis Pengetahuan

Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

# Agen Berbasis Pengetahuan

Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):

# Agen Berbasis Pengetahuan

Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)



Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*

Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*
  - awalnya berisi beberapa pengetahuan latar belakang

# Agen Berbasis Pengetahuan

Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*
  - awalnya berisi beberapa pengetahuan latar belakang
- Mekanisme inferensi (algoritma domain independen):

# Agen Berbasis Pengetahuan

Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*
  - awalnya berisi beberapa pengetahuan latar belakang
- **Mekanisme inferensi** (algoritma domain independen):
  - mendapatkan kalimat baru dari kalimat lama



Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*
  - awalnya berisi beberapa pengetahuan latar belakang
- Mekanisme inferensi (algoritma domain independen):
  - mendapatkan kalimat baru dari kalimat lama
  - menggunakan pendekatan deklaratif (bukan prosedural)

Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*
  - awalnya berisi beberapa pengetahuan latar belakang
- Mekanisme inferensi (algoritma domain independen):
  - mendapatkan kalimat baru dari kalimat lama
  - menggunakan pendekatan deklaratif (bukan prosedural)
  - menambahkan kalimat baru (Memberi tahu)

## Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

- Basis pengetahuan atau KB ((konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*
  - awalnya berisi beberapa pengetahuan latar belakang
- Mekanisme inferensi (algoritma domain independen):
  - mendapatkan kalimat baru dari kalimat lama
  - menggunakan pendekatan deklaratif (bukan prosedural)
  - menambahkan kalimat baru (Memberi tahu)
  - menanyakan apa yang diketahui (Bertanya)



## Agen Berbasis Pengetahuan terdiri dari:

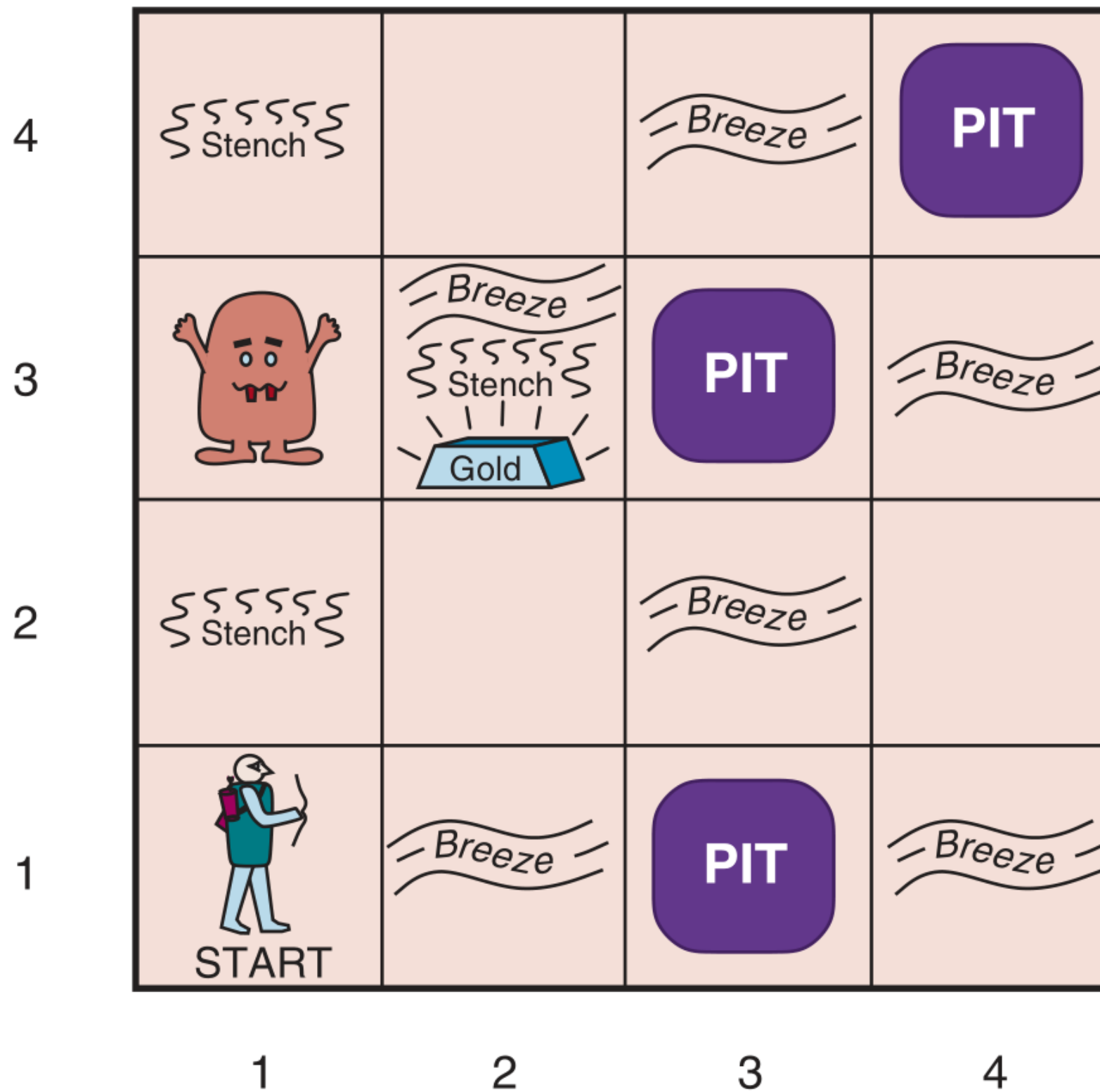
- Basis pengetahuan atau **KB** (konten khusus domain):
  - serangkaian kalimat (yang mewakili fakta/kepercayaan tentang lingkungan)
  - diungkapkan dalam sebuah *bahasa representasi pengetahuan*
  - awalnya berisi beberapa pengetahuan latar belakang
- **Mekanisme inferensi** (algoritma domain independen):
  - mendapatkan kalimat baru dari kalimat lama
  - menggunakan pendekatan deklaratif (bukan prosedural)
  - menambahkan kalimat baru (Memberi tahu)
  - menanyakan apa yang diketahui (Bertanya)

**function** KB-AGENT(*percept*) **returns** an *action*  
**persistent:** *KB*, a knowledge base  
*t*, a counter, initially 0, indicating time

```
TELL(KB, MAKE-PERCEPT-SENTENCE(percept, t))  
action ← ASK(KB, MAKE-ACTION-QUERY(t))  
TELL(KB, MAKE-ACTION-SENTENCE(action, t))  
t ← t + 1  
return action
```



# Dunia Wumpus



# KACANG POLONG dari dunia Wumpus

## KACANG POLONG dari dunia Wumpus

**kinerja:** +1000 ambil emasnya dan keluar dari gua. -1000 jika terjatuh ke dalamnya atau dimakan oleh wumpus. -10 untuk menggunakan panah dan -1 untuk setiap tindakan yang dilakukan. Permainan berakhir saat agen mati atau saat agen keluar dari gua.

# KACANG POLONG dari dunia Wumpus

**kinerja:** +1000 ambil emasnya dan keluar dari gua. -1000 jika terjatuh ke dalamnya atau dimakan oleh wumpus. -10 untuk menggunakan panah dan -1 untuk setiap tindakan yang dilakukan. Permainan berakhir saat agen mati atau saat agen keluar dari gua.

**lingkungan hidup:** Ruang grid 4x4 (dinding yang mengelilingi grid), Mulai di [1,1], menghadap ke belakang. Lokasi emas dan Wumpus dipilih secara acak (tidak di [1,1]) dengan distribusi seragam. Setiap kotak (tidak di [1,1]) dapat berupa lubang dengan probabilitas 0,2.



# KACANG POLONG dari dunia Wumpus

**kinerja:** +1000 ambil emasnya dan keluar dari gua. -1000 jika terjatuh ke dalamnya atau dimakan oleh wumpus. -10 untuk menggunakan panah dan -1 untuk setiap tindakan yang dilakukan. Permainan berakhir saat agen mati atau saat agen keluar dari gua.

**lingkungan hidup:** Ruang grid 4x4 (dinding yang mengelilingi grid), Mulai di [1,1], menghadap ke belakang. Lokasi emas dan Wumpus dipilih secara acak (tidak di [1,1]) dengan distribusi seragam. Setiap kotak (tidak di [1,1]) dapat berupa lubang dengan probabilitas 0,2.

**sensor:** *BauDanAngin semilir*. berdekatan dengan wumpus dan sebuah lubang. *Berkilau*. persegi dengan emas. *Menabrak*. menabrak tembok. *Berteriak*. Wumpus terbunuh. Diberikan kepada agen sebagai daftar lima simbol, mis.: [Bau, Angin, Tidak Ada, Tidak Ada, Tidak Ada].

# KACANG POLONG dari dunia Wumpus

**kinerja:** +1000 ambil emasnya dan keluar dari gua. -1000 jika terjatuh ke dalamnya atau dimakan oleh wumpus. -10 untuk menggunakan panah dan -1 untuk setiap tindakan yang dilakukan. Permainan berakhir saat agen mati atau saat agen keluar dari gua.

**lingkungan hidup:** Ruang grid 4x4 (dinding yang mengelilingi grid), Mulai di [1,1], menghadap ke belakang. Lokasi emas dan Wumpus dipilih secara acak (tidak di [1,1]) dengan distribusi seragam. Setiap kotak (tidak di [1,1]) dapat berupa lubang dengan probabilitas 0,2.

**sensor:** *Bau* Dan *Angin* *semilir*. berdekatan dengan wumpus dan sebuah lubang. *Berkilau*: persegi dengan emas. *Menabrak*: menabrak tembok. *Berteriak*: Wumpus terbunuh. Diberikan kepada agen sebagai daftar lima simbol, mis.: [Bau, Angin, Tidak Ada, Tidak Ada, Tidak Ada].

**penggerak:** *Maju* Bahasa Indonesia: *Belok Kiri* atau *Belok Kanan* (keduanya 90°), *Merebut* Bahasa Indonesia: *Menembak* (hanya digunakan satu kali), *Mendaki* (hanya dari [1,1]).

# KACANG POLONG dari dunia Wumpus

**kinerja:** +1000 ambil emasnya dan keluar dari gua. -1000 jika terjatuh ke dalamnya atau dimakan oleh wumpus. -10 untuk menggunakan panah dan -1 untuk setiap tindakan yang dilakukan. Permainan berakhir saat agen mati atau saat agen keluar dari gua.

**lingkungan hidup:** Ruang grid 4x4 (dinding yang mengelilingi grid), Mulai di [1,1], menghadap ke belakang. Lokasi emas dan Wumpus dipilih secara acak (tidak di [1,1]) dengan distribusi seragam. Setiap kotak (tidak di [1,1]) dapat berupa lubang dengan probabilitas 0,2.

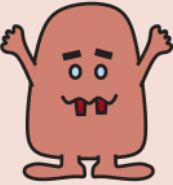

**sensor:** *Bau* Dan *Angin* *semilir*. berdekatan dengan wumpus dan sebuah lubang. *Berkilau*: persegi dengan emas. *Menabrak*: menabrak tembok. *Berteriak*: Wumpus terbunuh. Diberikan kepada agen sebagai daftar lima simbol, mis.: [Bau, Angin, Tidak Ada, Tidak Ada, Tidak Ada].

**penggerak:** *Maju* Bahasa Indonesia: *Belok Kiri* atau *Belok Kanan* (keduanya 90°), *Merebut* Bahasa Indonesia: *Menembak* (hanya digunakan satu kali), *Mendaki* (hanya dari [1,1]).

**tali temali:** Dapat diamati sebagian, statis, diskrit, agen tunggal, deterministik, berurutan



# Menjelajahi dunia Wumpus

Stench		Breeze	PIT
	Breeze Stench Gold	PIT	Breeze
Stench		Breeze	
 START	Breeze	PIT	Breeze



# Menjelajahi dunia Wumpus

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2 OK	2,2	3,2	4,2
1,1 A OK	2,1 OK	3,1	4,1

**A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

Situasi awal: setelah persepsi [*Tidak ada, Tidak ada, Tidak ada, Tidak ada, Tidak ada, Tidak ada*][Bahasa Indonesia]

# Menjelajahi dunia Wumpus

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2 OK	2,2	3,2	4,2
1,1 A OK	2,1 OK	3,1	4,1

**A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2 OK	2,2 P?	3,2	4,2
1,1 V OK	2,1 A B OK	3,1 P?	4,1

setelah pindah ke [2,1] dan mengamati [*Tidak ada, Angin sepoi-sepoi, Tidak ada, Tidak ada, Tidak ada*][Bahasa Indonesia]

# Menjelajahi dunia Wumpus

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3 W!	2,3	3,3	4,3
1,2 A S OK	2,2 OK	3,2	4,2
1,1 V OK	2,1 B V OK	3,1 P!	4,1

**A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

Setelah berpindah ke [1,1] dan kemudian [1,2], dan mengamati [*Bau busuk, Tidak ada, Tidak ada, Tidak ada, Tidak ada*][Bahasa Indonesia]

# Menjelajahi dunia Wumpus

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3 W!	2,3	3,3	4,3
1,2 <b>A</b> S OK	2,2 OK	3,2	4,2
1,1 V OK	2,1 B V OK	3,1 P!	4,1

**A** = Agent  
**B** = Breeze  
**G** = Glitter, Gold  
**OK** = Safe square  
**P** = Pit  
**S** = Stench  
**V** = Visited  
**W** = Wumpus

1,4	2,4 P?	3,4	4,4
1,3 W!	2,3 <b>A</b> S G B	3,3 P?	4,3
1,2 S V OK	2,2 V OK	3,2	4,2
1,1 V OK	2,1 B V OK	3,1 P!	4,1

Setelah pindah ke [2,2] dan kemudian [2,3], dan mengamati [*Bau busuk, Angin sepoi-sepoi, Kilauan, Tidak ada, Tidak ada*][Bahasa Indonesia]



**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain



**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** *sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya*

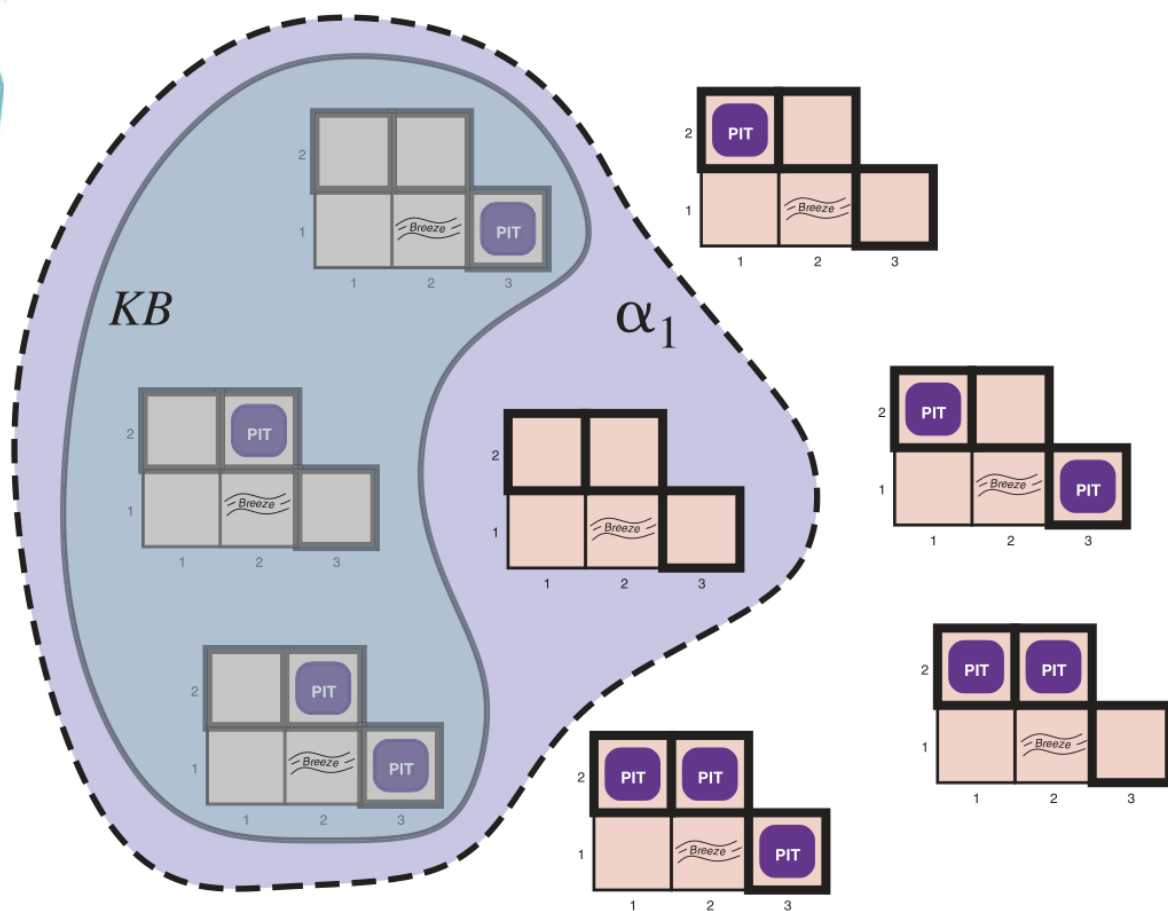
## KB 1

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1

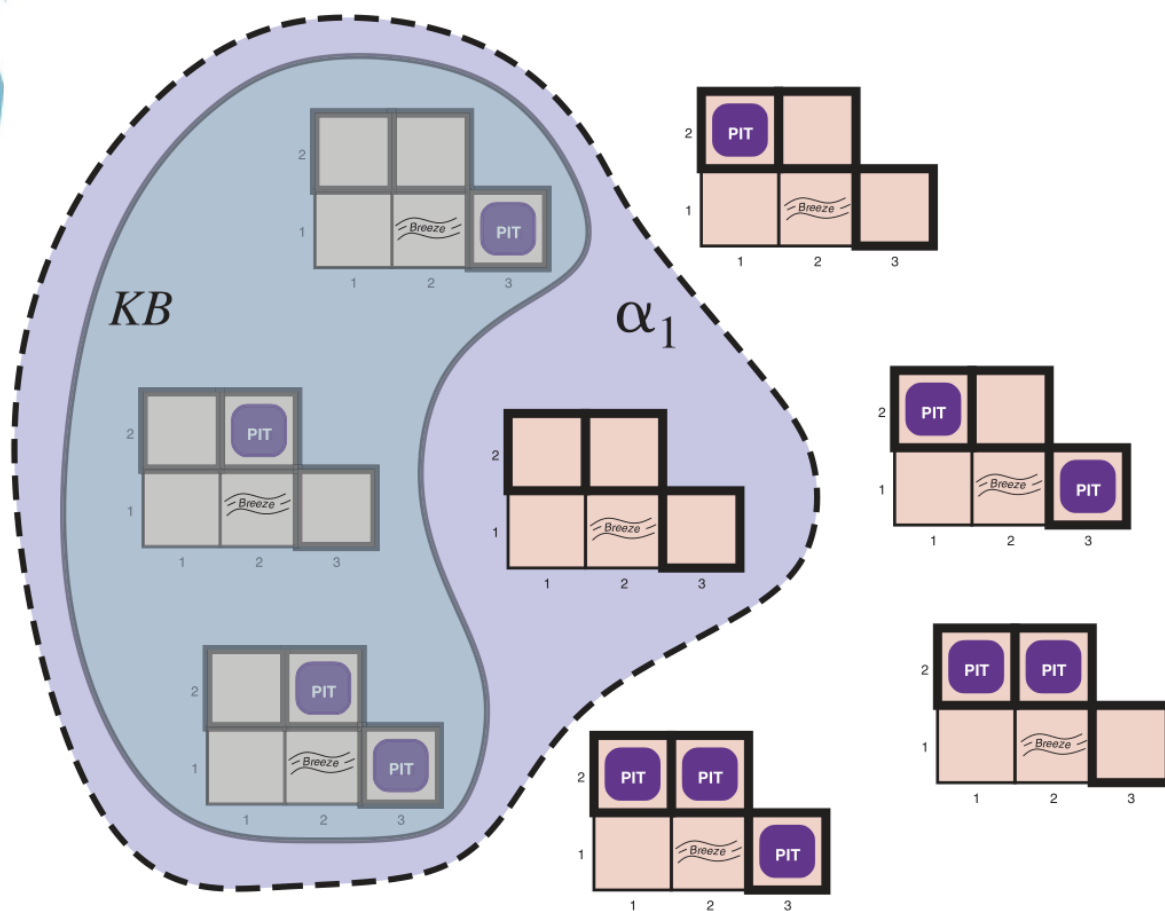


**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1



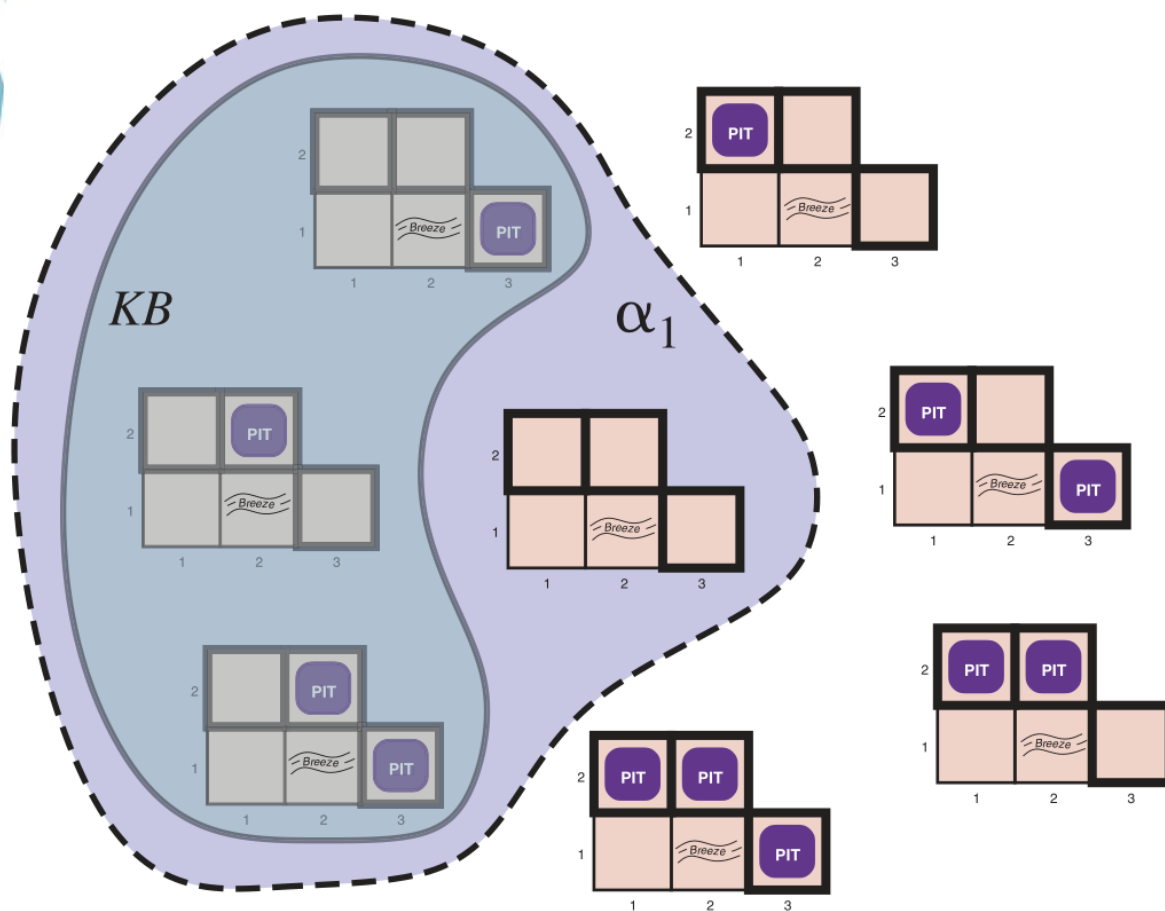
- **KB:** tidak ada apa pun di [1,1] dan angin sepoi-sepoi di [2,1] (dari persepsi agen)

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1



- **KB:** tidak ada apa pun di [1,1] dan angin sepoi-sepoi di [2,1] (dari persepsi agen)
- **KB** salah dimana [1,2] berisi lubang. Tidak ada angin di [1,1].

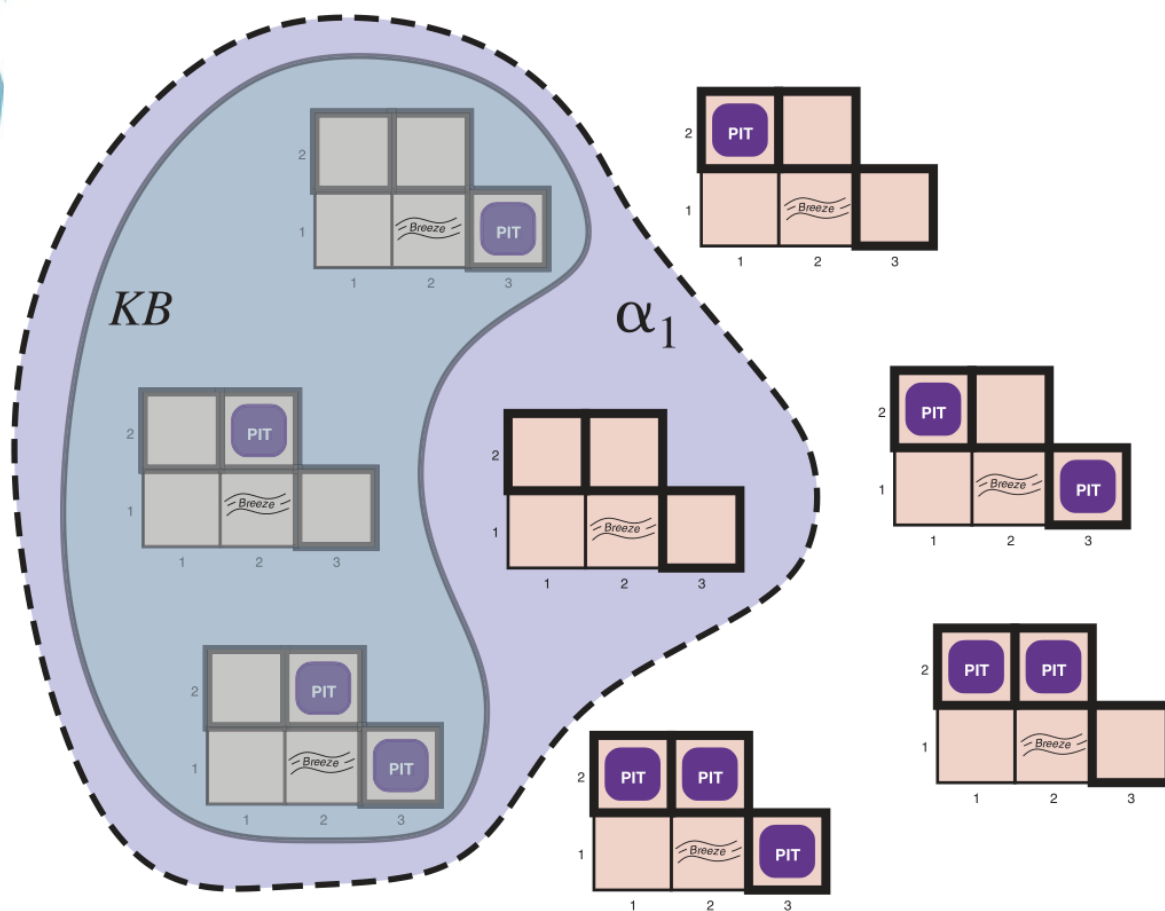


**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1



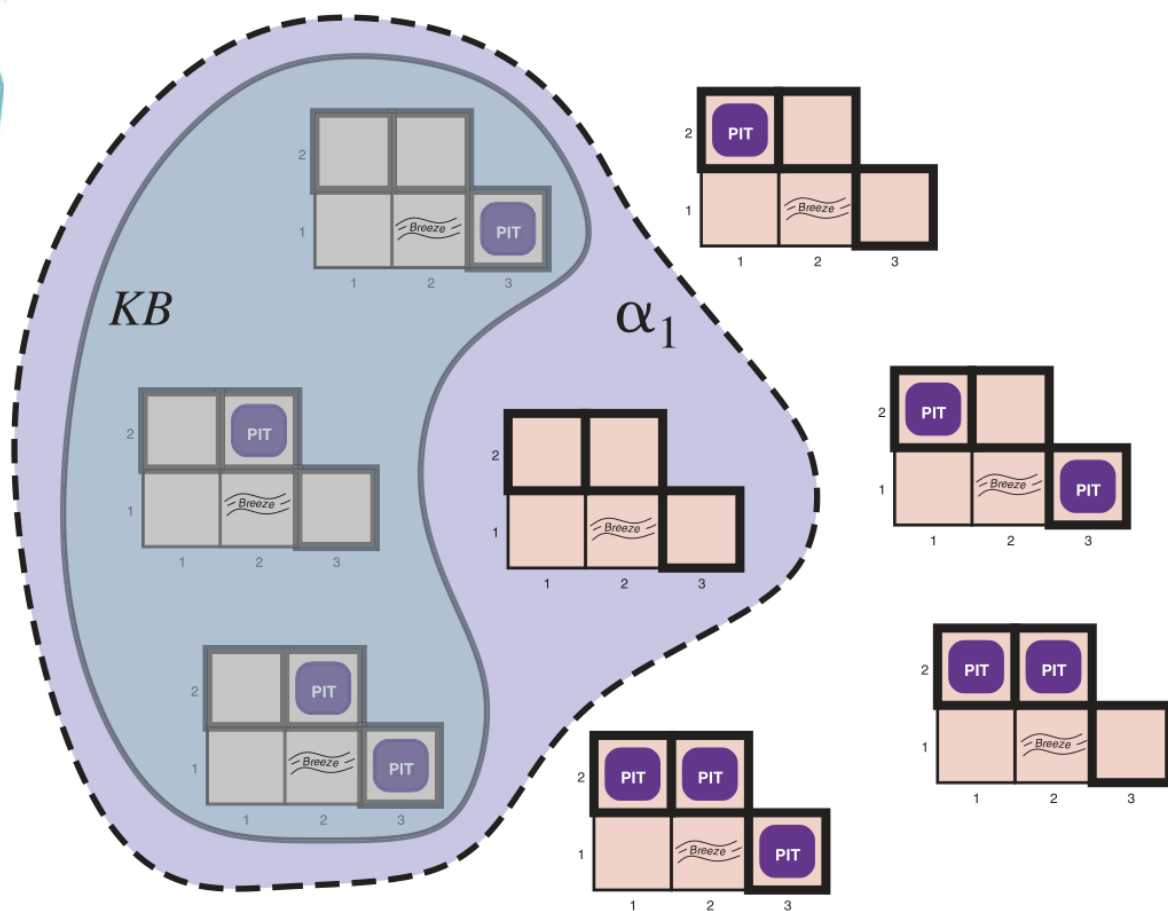
- **KB:** tidak ada apa pun di [1,1] dan angin sepoi-sepoi di [2,1] (dari persepsi agen)
- **KB** salah dimana [1,2] berisi lubang. Tidak ada angin di [1,1].
- **sebuah<sub>1</sub>** = "Tidak ada lubang di [1,2]"

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1



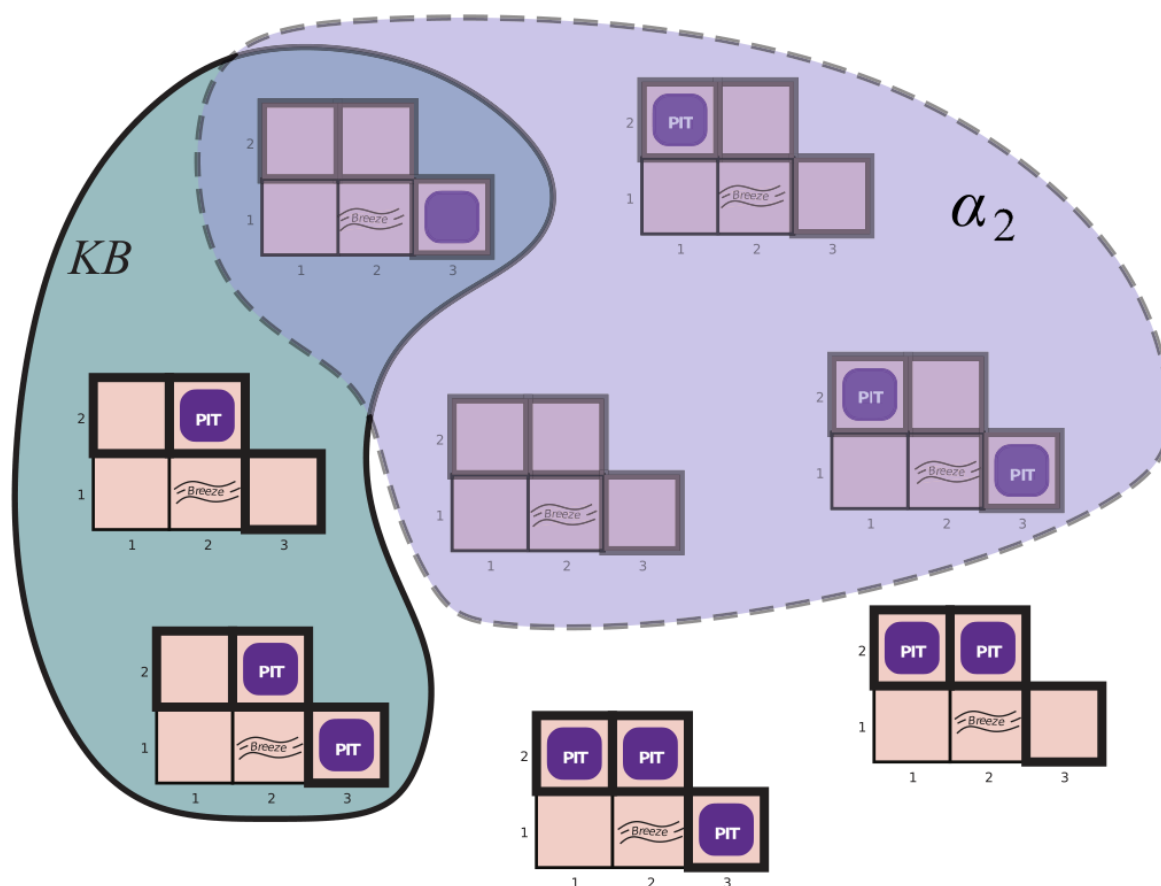
- **KB:** tidak ada apa pun di [1,1] dan angin sepoi-sepoi di [2,1] (dari persepsi agen)
- **KB** salah dimana [1,2] berisi lubang. Tidak ada angin di [1,1].
- **sebuah<sub>1</sub>** = "Tidak ada lubang di [1,2]"
- di setiap model yang **KB** benar, begitu juga **sebuah<sub>1</sub>**
- karena itu, **KB 1<sub>1</sub>**

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1





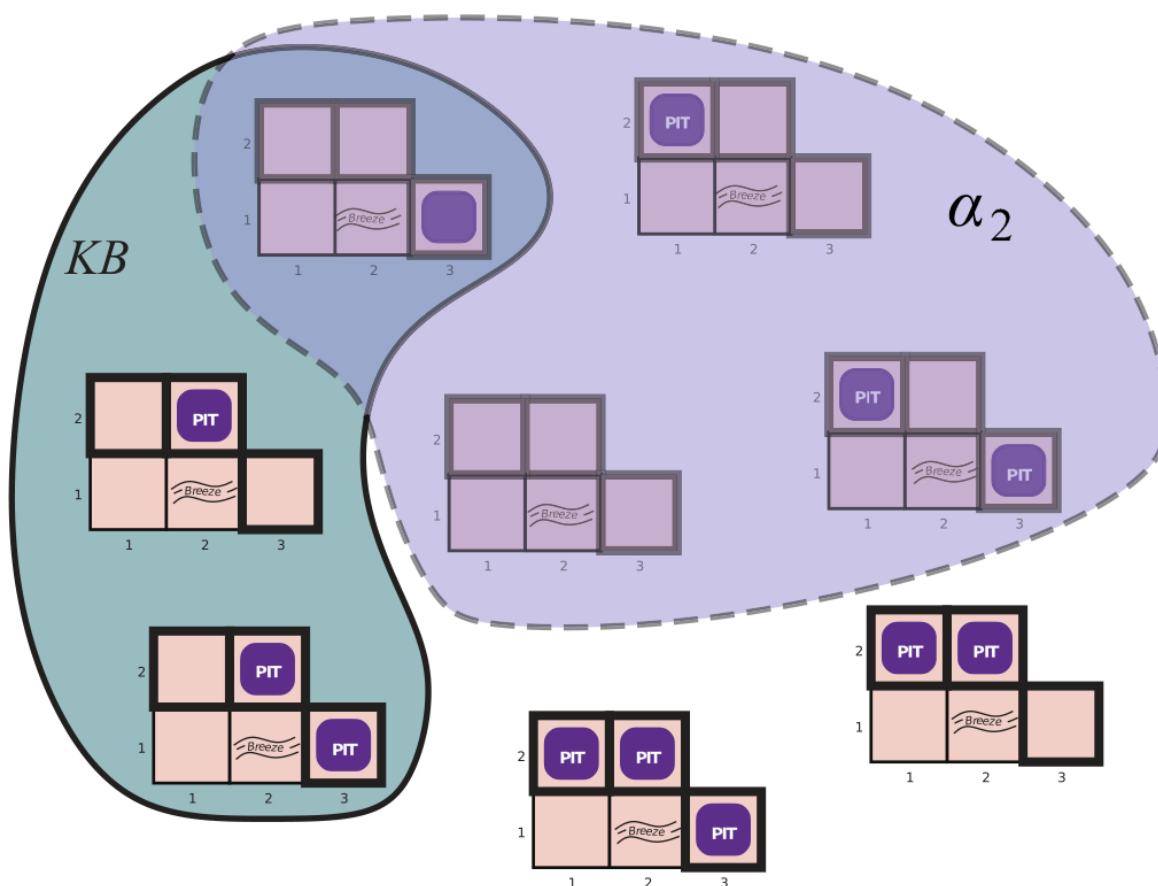
**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1

- **sebuah<sub>2</sub>** = "Tidak ada lubang di [2,2]"



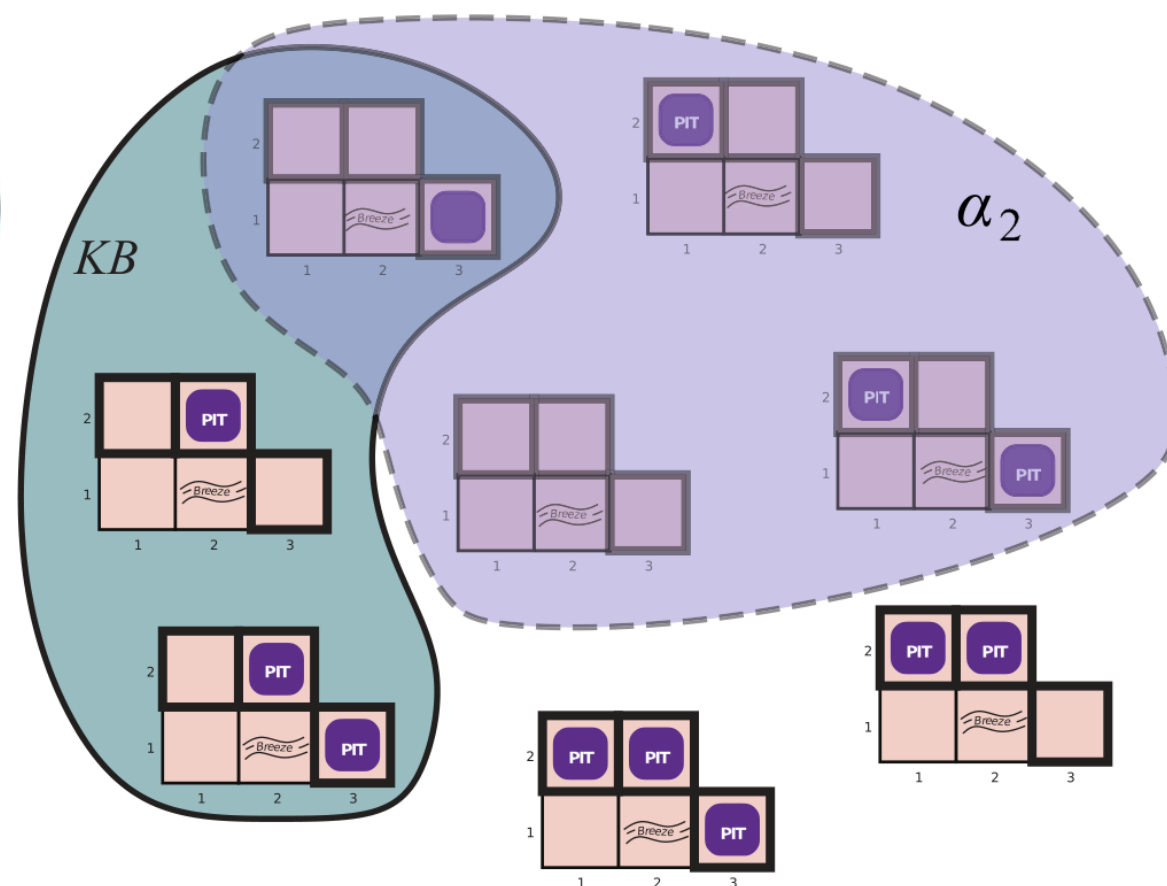


**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1



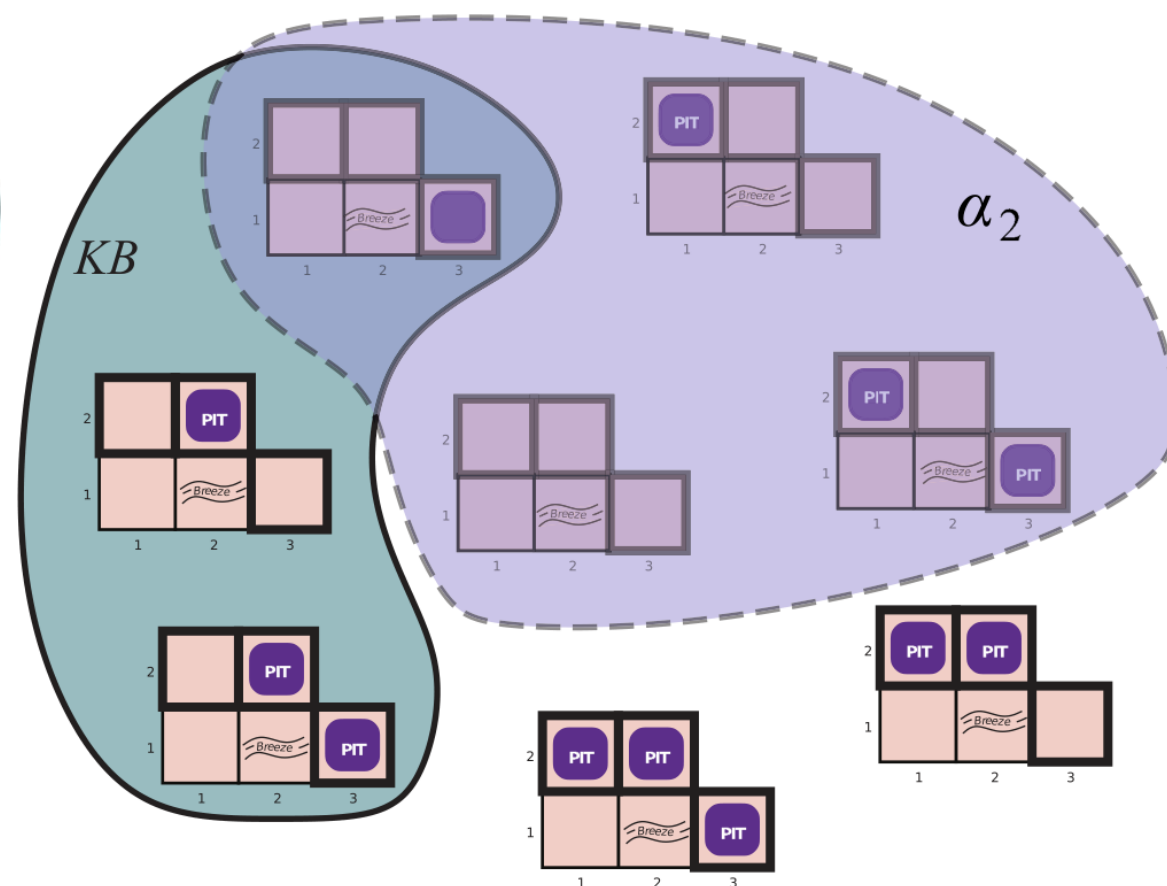
- **sebuah<sub>2</sub>** = "Tidak ada lubang di [2,2]"
- dalam beberapa model di mana **KB** adalah benar, **sebuah<sub>2</sub>** adalah salah

**ilmu ukur** adalah bahasa formal untuk mewakili pengetahuan

- **Sintaksis:** mendefinisikan kalimat yang terbentuk dengan baik dalam bahasa tersebut
- **Semantik:** mendefinisikan arti sebuah kalimat
- **Kesimpulan:** aturan untuk mendapatkan kalimat baru dari kalimat lain

**implikasi logis:** sebuah kalimat mengikuti secara logis dari kalimat lainnya

## KB 1



- **sebuah<sub>2</sub>** = "Tidak ada lubang di [2,2]"
- dalam beberapa model di mana **KB** adalah benar, **sebuah<sub>2</sub>** adalah salah
- karena itu, **KB** tidak berarti **sebuah<sub>2</sub>**

# Inferensi Logika

**inferensi logis** dilakukan dengan menggunakan

# Inferensi Logika

**inferensi logis** dilakukan dengan menggunakan

- **Pemeriksaan Model**: implikasi melalui semantik, sebutkan semua model dan tunjukkan bahwa kalimat tersebut **sebuah** harus berlaku di semua model, **KB 1**; atau



# Inferensi Logika

**inferensi logis** dilakukan dengan menggunakan

- **Pemeriksaan Model**: implikasi melalui semantik, sebutkan semua model dan tunjukkan bahwa kalimat tersebut **sebuah** harus berlaku di semua model, **KB 1**; atau
- **Pembuktian Teorema**: implikasi melalui sintaksis, menerapkan aturan inferensi ke **KB** ke membangun bukti **sebuah** tanpa menghitung dan memeriksa semua model; **KB "sebuah**  
**KB** **Saya sebuah** menunjukkan algoritma inferensi **Saya** berasal **sebuah** dari **KB**

# Inferensi Logika

**inferensi logis** dilakukan dengan menggunakan

- **Pemeriksaan Model**: implikasi melalui semantik, sebutkan semua model dan tunjukkan bahwa kalimat tersebut **sebuah** harus berlaku di semua model, **KB 1**; atau
- **Pembuktian Teorema**: implikasi melalui sintaksis, menerapkan aturan inferensi ke **KB** ke membangun bukti **sebuah** tanpa menghitung dan memeriksa semua model; **KB "sebuah KB saya sebuah"** menunjukkan algoritma inferensi **Saya berasal sebuah** dari **KB**

**algoritma inferensi** harus memiliki dua properti ini:

# Inferensi Logika

**inferensi logis** dilakukan dengan menggunakan

- **Pemeriksaan Model**: implikasi melalui semantik, sebutkan semua model dan tunjukkan bahwa kalimat tersebut **sebuah** harus berlaku di semua model, **KB 1**; atau
- **Pembuktian Teorema**: implikasi melalui sintaksis, menerapkan aturan inferensi ke **KB** ke membangun bukti **sebuah** tanpa menghitung dan memeriksa semua model; **KB "sebuah**  
**KB saya sebuah** menunjukkan algoritma inferensi **Saya** berasal **sebuah** dari **KB**

**algoritma inferensi** harus memiliki dua properti ini:

- **Suara** (valid secara logis): hanya menghasilkan kalimat-kalimat yang terkandung, tidak menyimpulkan rumus yang salah

$$\{\alpha \mid \text{KB "sebuah}\} \subseteq \{\text{KB } \alpha\}$$

# Inferensi Logika

**inferensi logis** dilakukan dengan menggunakan

- **Pemeriksaan Model**: implikasi melalui semantik, sebutkan semua model dan tunjukkan bahwa kalimat tersebut **sebuah** harus berlaku di semua model, **KB 1**; atau
- **Pembuktian Teorema**: implikasi melalui sintaksis, menerapkan aturan inferensi ke **KB** ke membangun bukti **sebuah** tanpa menghitung dan memeriksa semua model; **KB "sebuah KB saya sebuah** menunjukkan algoritma inferensi **Saya berasa sebuah** dari **KB**

**algoritma inferensi** harus memiliki dua properti ini:

- **Suara** (valid secara logis): hanya menghasilkan kalimat-kalimat yang terkandung, tidak menyimpulkan rumus yang salah

$$\{\alpha \mid \text{KB "sebuah}\} \subseteq \{\text{KB sebuah}\}$$

- **Menyelesaikan**: mendapatkan semua kalimat yang terkandung

$$\{\alpha \mid \text{KB "sebuah}\} \supseteq \{\text{KB sebuah}\}$$



# Inferensi Logika

**inferensi logis** dilakukan dengan menggunakan

- **Pemeriksaan Model**: implikasi melalui semantik, sebutkan semua model dan tunjukkan bahwa kalimat tersebut **sebuah** harus berlaku di semua model, **KB 1**; atau
- **Pembuktian Teorema**: implikasi melalui sintaksis, menerapkan aturan inferensi ke **KB** ke membangun bukti **sebuah** tanpa menghitung dan memeriksa semua model; **KB "sebuah KB saya sebuah** menunjukkan algoritma inferensi **Saya berasa sebuah** dari **KB**

**algoritma inferensi** harus memiliki dua properti ini:

- **Suara** (valid secara logis): hanya menghasilkan kalimat-kalimat yang terkandung, tidak menyimpulkan rumus yang salah

$$\{\alpha \mid \text{KB "sebuah}\} \subseteq \{\text{KB sebuah}\}$$

- **Menyelesaikan**: mendapatkan semua kalimat yang terkandung

$$\{\alpha \mid \text{KB "sebuah}\} \supseteq \{\text{KB sebuah}\}$$

Aturan dasar (pengetahuan latar belakang) dapat dihasilkan dari *sedang belajar*

# Logika Proposisional

# Logika Proposisional

.... adalah logika yang paling sederhana

# Logika Proposisional

.... adalah logika yang paling sederhana

**sintaks PL**:mendefinisikan kalimat atau proposisi yang diperbolehkan



# Logika Proposisional

.... adalah logika yang paling sederhana

**sintaks PL**: mendefinisikan kalimat atau proposisi yang diperbolehkan **kalimat/**

**Definisi/Proposisi**: pernyataan deklaratif, baik Benar atau Salah

# Logika Proposisional

.... adalah logika yang paling sederhana

**sintaks PL**: mendefinisikan kalimat atau proposisi yang diperbolehkan **kalimat/**

**Definisi/Proposisi**: pernyataan deklaratif, baik Benar atau Salah **kalimat atom**:

simbol kalimat tunggal

# Logika Proposisional

.... adalah logika yang paling sederhana

**sintaks PL**: mendefinisikan kalimat atau proposisi yang diperbolehkan **kalimat/**

**Definisi/Proposisi**: pernyataan deklaratif, baik Benar atau Salah **kalimat atom**:

simbol kalimat tunggal

**kalimat majemuk**: dibentuk dari kalimat atom, tanda kurung, dan konjungsi logis

# Logika Proposisional

.... adalah logika yang paling sederhana

**sintaks PL**: mendefinisikan kalimat atau proposisi yang diperbolehkan **kalimat/**

**Definisi/Proposisi**: pernyataan deklaratif, baik Benar atau Salah **kalimat atom**:

simbol kalimat tunggal

**kalimat majemuk**: dibentuk dari kalimat atom, tanda kurung, dan konjungsi logis

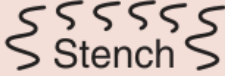

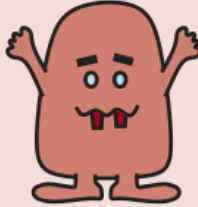
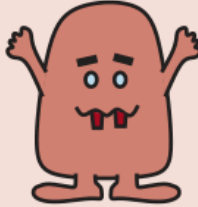
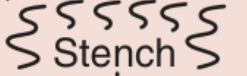
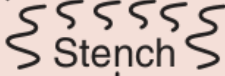

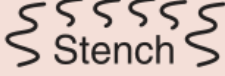







**BNF (Bentuk BackusâNaur)** tata bahasa kalimat dalam logika proposisional:

$$\textit{Sentence} \rightarrow \textit{AtomicSentence} \mid \textit{ComplexSentence}$$
$$\textit{AtomicSentence} \rightarrow \textit{True} \mid \textit{False} \mid P \mid Q \mid R \mid \dots$$
$$\textit{ComplexSentence} \rightarrow ( \textit{Sentence} )$$
$$\mid \neg \textit{Sentence}$$
$$\mid \textit{Sentence} \wedge \textit{Sentence}$$
$$\mid \textit{Sentence} \vee \textit{Sentence}$$
$$\mid \textit{Sentence} \Rightarrow \textit{Sentence}$$
$$\mid \textit{Sentence} \Leftrightarrow \textit{Sentence}$$

OPERATOR PRECEDENCE :  $\neg, \wedge, \vee, \Rightarrow, \Leftrightarrow$

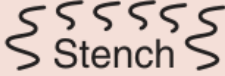


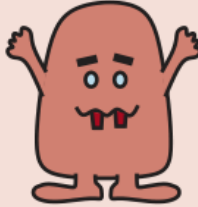

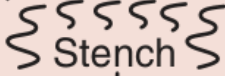



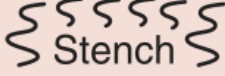







# Dunia WumpusKB

 Stench		 Breeze	 PIT
	 Breeze  Stench  Gold	 PIT	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	 PIT	 Breeze

# Dunia WumpusKB

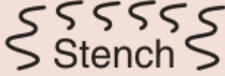


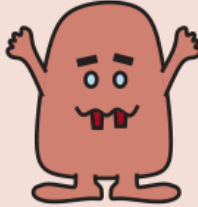

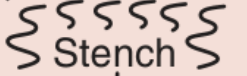









simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

 Stench		 Breeze	 PIT
	 Breeze  Stench  Gold	 PIT	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	 PIT	 Breeze

# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

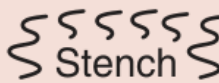


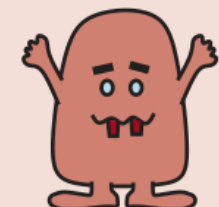

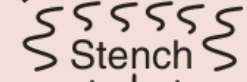



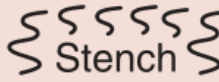





- $Paku_j$  benar jika ada lubang di  $[aku_j]$

 Stench		 Breeze	 PIT
	 Breeze  Stench  Gold	 PIT	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	 PIT	 Breeze

# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $Paku_j$  benar jika ada lubang di  $[aku_j]$
- $Baku_j$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[aku_j]$

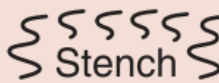


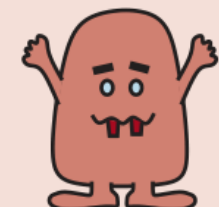

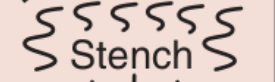



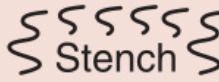





 Stench		 Breeze	 PIT
	 Breeze  Stench  Gold	 PIT	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	 PIT	 Breeze



# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $Paku_j$  benar jika ada lubang di  $[aku_j]$
- $Baku_j$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[aku_j]$
- dan sama untuk  $Kami$  ((wumpus),  $S$  (bau busuk), dan  $Saya$  (lokasi agen))

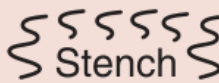


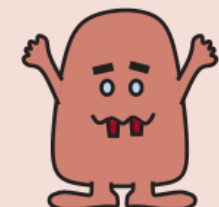

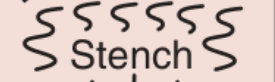



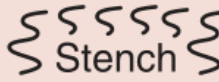





 Stench		 Breeze	 PIT
	 Breeze  Stench  Gold	 PIT	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	 PIT	 Breeze

# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $P_{aku,j}$  benar jika ada lubang di  $[aku,j]$
- $B_{aku,j}$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[aku,j]$
- dan sama untuk  $K_{ami}$  ((wumpus),  $S$  (bau busuk), dan  $S_{aya}$  (lokasi agen))

B Untuk *dikurangi* Dunia Wumpus:

 Stench		 Breeze	 PIT
	 Breeze  Stench  Gold	 PIT	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	 PIT	 Breeze

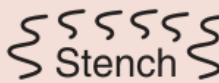


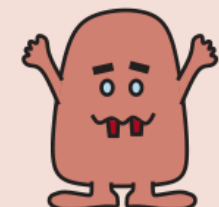

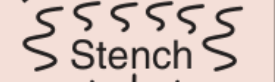



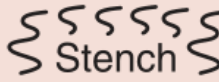





# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $P_{aku,j}$  benar jika ada lubang di  $[aku,j]$
- $B_{aku,j}$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[aku,j]$
- dan sama untuk  $K_{ami}$  ((wumpus),  $S$  (bau busuk), dan  $S_{aya}$  (lokasi agen))

$B$  Untuk *dikurangi* Dunia Wumpus:

- $R_1: \neg P_{1,1}$

 Stench		 Breeze	 PIT
	 Breeze  Stench  Gold	 PIT	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	 PIT	 Breeze



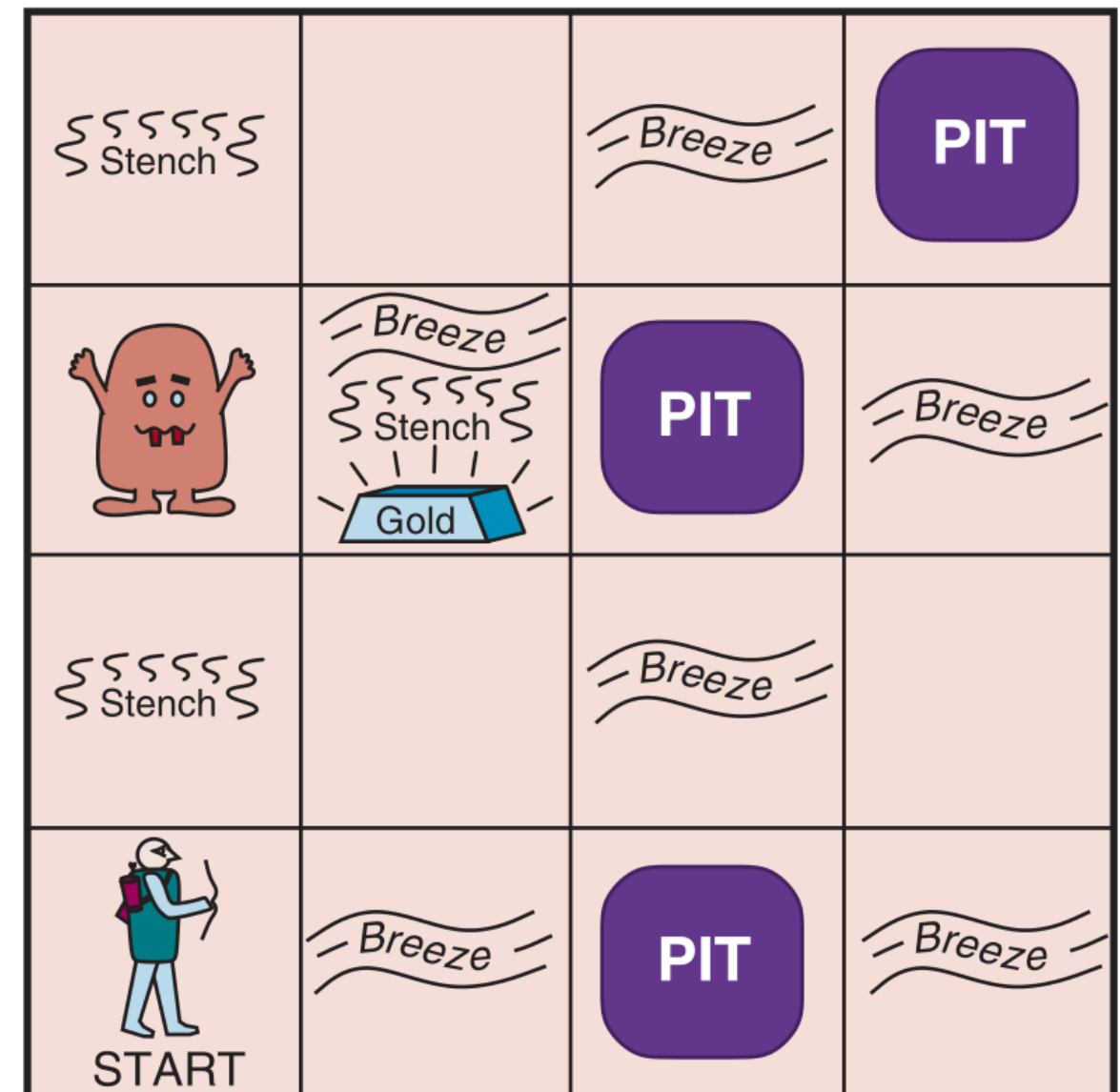
# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $P_{a,b}$  benar jika ada lubang di  $[[a,b]]$
- $B_{a,b}$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[[a,b]]$
- dan sama untuk  $K_{a,b}$  ((wumpus),  $S_{a,b}$  (bau busuk), dan  $S_{a,b}$  (lokasi agen))

B Untuk *dikurangi* Dunia Wumpus:

- $R_1: \neg P_{1,1}$
- $R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow P_{1,2} \vee P_{2,1}$





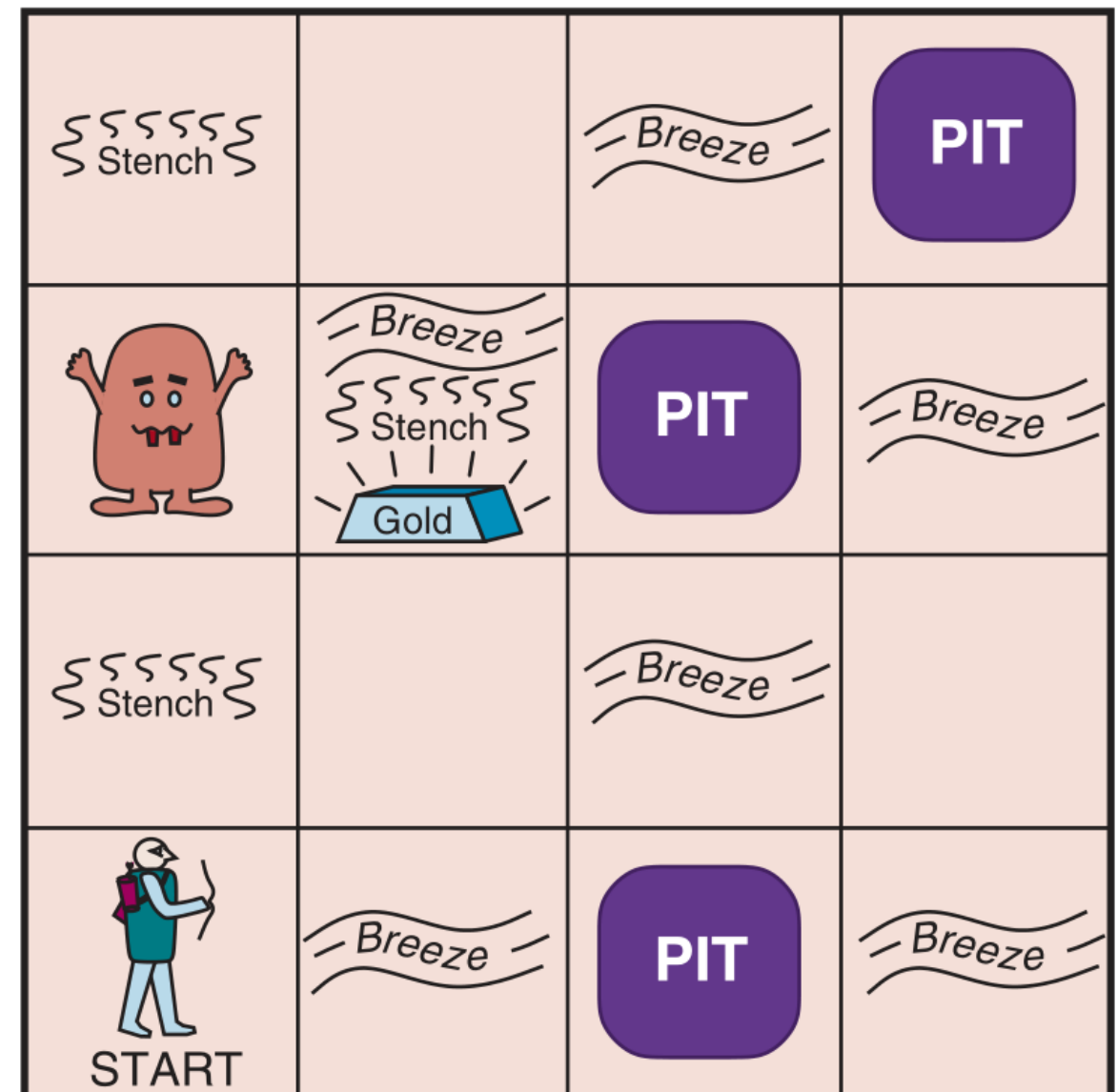
# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $P_{a,b}$  benar jika ada lubang di  $[a,b]$
- $B_{a,b}$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[a,b]$
- dan sama untuk  $K$  (wumpus),  $S$  (bau busuk), dan  $A$  (lokasi agen)

B Untuk *dikurangi* Dunia Wumpus:

- $R_1: \neg P_{1,1}$
- $R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow P_{1,2} \vee P_{2,1}$
- $R_3: B_{2,1} \Leftrightarrow P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$



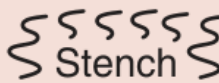

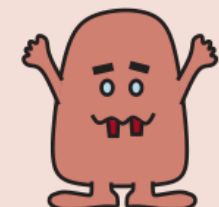

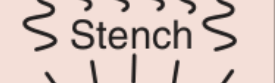


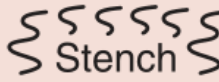




# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $P_{a,b}$  benar jika ada lubang di  $[[a,b]]$
- $B_{a,b}$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[[a,b]]$
- dan sama untuk  $K_{a,b}$  ((wumpus),  $S_{a,b}$  (bau busuk), dan  $S_{a,b}$  (lokasi agen))

BUntuk *dikurangi* Dunia Wumpus:

- $R_1: \neg P_{1,1}$
- $R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow P_{1,2} \vee P_{2,1}$
- $R_3: B_{2,1} \Leftrightarrow P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$
- $R_4: \neg B_{1,1}$

 Stench		 Breeze	<b>PIT</b>
	 Breeze  Stench  Gold	<b>PIT</b>	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	<b>PIT</b>	 Breeze

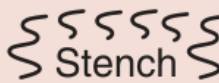


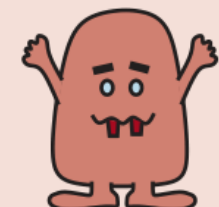
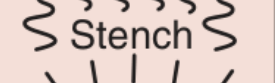
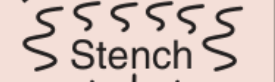



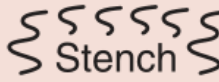


# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

- $P_{a,b}$  benar jika ada lubang di  $[a,b]$
- $B_{a,b}$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[a,b]$
- dan sama untuk  $K_{a,b}$  ((wumpus),  $S_{a,b}$  (bau busuk), dan  $S_{a,b}$  (lokasi agen))

Untuk *dikurangi* Dunia Wumpus:

- $R_1: \neg P_{1,1}$
- $R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow P_{1,2} \vee P_{2,1}$
- $R_3: B_{2,1} \Leftrightarrow P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$
- $R_4: \neg B_{1,1}$
- $R_5: B_{2,1}$

 Stench		 Breeze	<b>PIT</b>
	 Breeze  Stench  Gold	<b>PIT</b>	 Breeze
 Stench		 Breeze	
 START	 Breeze	<b>PIT</b>	 Breeze



# Dunia WumpusKB

simbol untuk masing-masing  $[[x,y]]$  yang artinya:

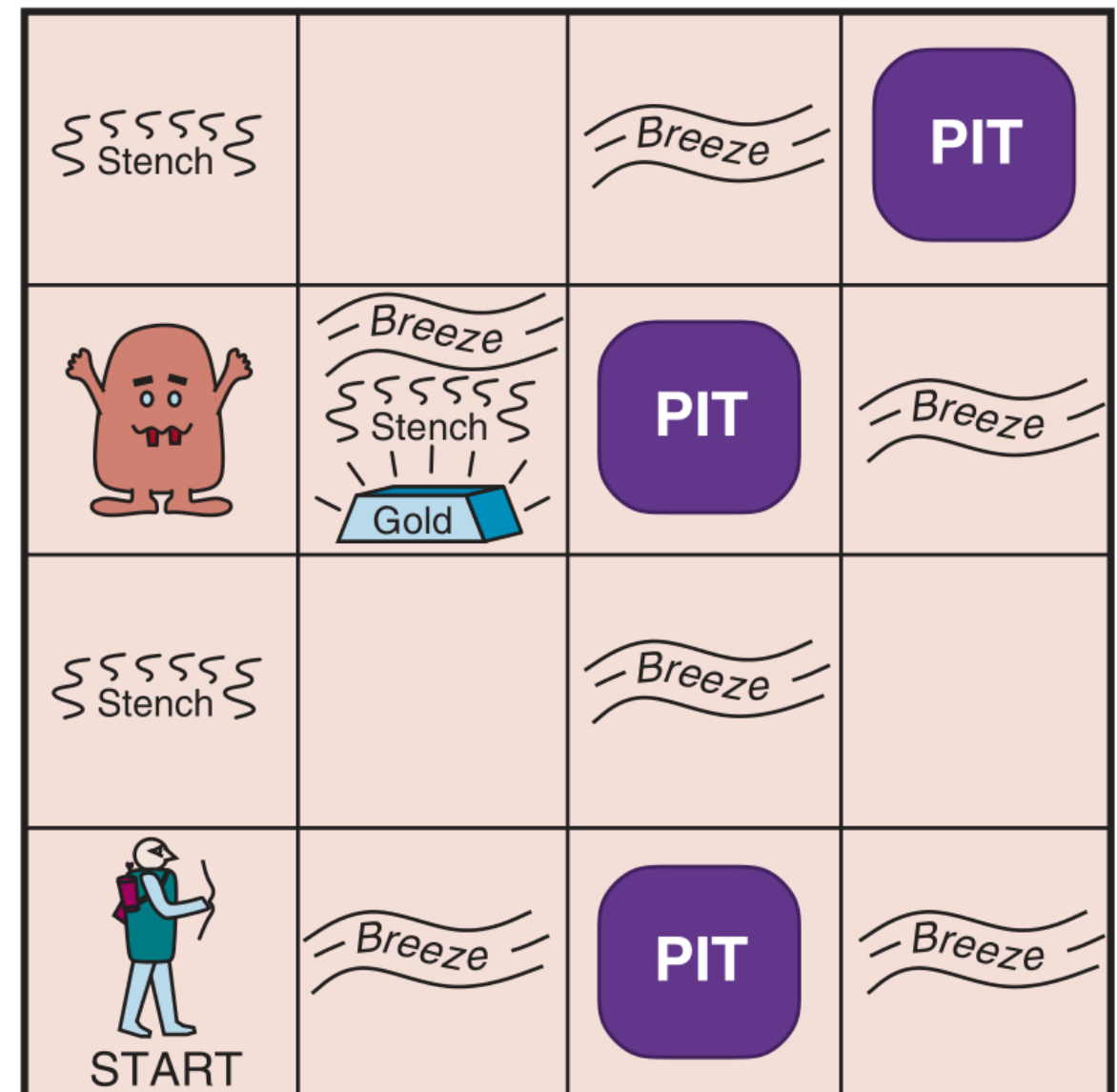
- $P_{a,b}$  benar jika ada lubang di  $[a,b]$
- $B_{a,b}$  benar jika ada angin sepoi-sepoi di  $[a,b]$
- dan sama untuk  $K_{a,b}$  ((wumpus),  $S_{a,b}$  (bau busuk), dan  $S_{a,b}$  (lokasi agen))

Untuk *dikurangi* Dunia Wumpus:

- $R_1: \neg P_{1,1}$
- $R_2: B_{1,1} \Leftrightarrow P_{1,2} \vee P_{2,1}$
- $R_3: B_{2,1} \Leftrightarrow P_{1,1} \vee P_{2,2} \vee P_{3,1}$
- $R_4: \neg B_{1,1}$
- $R_5: B_{2,1}$

pertanyaan (berdasarkan di atas)KB):

- KB :  $P_{1,2}$
- KB :  $P_{2,2}$





# Pemeriksaan Model

# Pemeriksaan Model

ased pada enumerasi tabel kebenaran

ased pada enumerasi tabel kebenaran

model: penugasan BENAR atau PALSU untuk setiap simbol proposisi.

# Pemeriksaan Model

ased pada enumerasi tabel kebenaran

model: penugasan BENAR atau PALSI untuk setiap simbol proposisi.

$B_{1,1}$	$B_{2,1}$	$P_{1,1}$	$P_{1,2}$	$P_{2,1}$	$P_{2,2}$	$P_{3,1}$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$KB$
false	false	false	false	false	false	false	true	true	true	true	false	false
false	false	false	false	false	false	true	true	true	false	true	false	false
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
false	true	false	false	false	false	false	true	true	false	true	true	false
false	true	false	false	false	false	true	true	true	true	true	true	<u>true</u>
false	true	false	false	false	true	false	true	true	true	true	true	<u>true</u>
false	true	false	false	false	true	true	true	true	true	true	true	<u>true</u>
false	true	false	false	true	false	false	true	false	false	true	true	false
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
true	true	true	true	true	true	true	false	true	true	false	true	false



# Pemeriksaan Model

ased pada enumerasi tabel kebenaran

model: penugasan BENAR atau SALAH untuk setiap simbol proposisi.

$B_{1,1}$	$B_{2,1}$	$P_{1,1}$	$P_{1,2}$	$P_{2,1}$	$P_{2,2}$	$P_{3,1}$	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$KB$
false	false	false	false	false	false	false	true	true	true	true	false	false
false	false	false	false	false	false	true	true	true	false	true	false	false
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
false	true	false	false	false	false	false	true	true	false	true	true	false
false	true	false	false	false	false	true	true	true	true	true	true	<u>true</u>
false	true	false	false	false	true	false	true	true	true	true	true	<u>true</u>
false	true	false	false	false	true	true	true	true	true	true	true	<u>true</u>
false	true	false	false	true	false	false	true	false	false	true	true	false
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
true	true	true	true	true	true	true	false	true	true	false	true	false

FKB Dan sebuah berisi  $N$  simbol, maka ada  $2^N$  model dan kompleksitas penomoran (algoritma) adalah  $O(2^N)$

# Pembuktian Teorema

# Pembuktian Teorema

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

# Pembuktian Teorema

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan



# Pembuktian Teorema

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

menerapkan aturan inferensi langsung keKB tanpa berkonsultasi dengan modelnya. Itu adalah **suara**.

# Pembuktian Teorema

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

menerapkan aturan inferensi langsung ke KB tanpa berkonsultasi dengan modelnya. Itu adalah **suara**.

- Modus Ponens
- Eliminasi-Dan
- kesetaraan logika standar: eliminasi bikondisional, aturan De Morgan, dll.

# Pembuktian Teorema

Cara membuktikan tidak ada pint di  $[1,2]$ :

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

Cara membuktikan tidak ada pint di [1,2]:

1. Apply biconditional elimination to  $R_2$  to obtain

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan



Cara membuktikan tidak ada pint di [1,2]:

1. Apply biconditional elimination to  $R_2$  to obtain

$R_6: (B_{1,1} \Rightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1})$   
Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

2. Apply And-Elimination to  $R_6$  to obtain

$$R_7 : ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1}).$$

Cara membuktikan tidak ada pint di [1,2]:

1. Apply biconditional elimination to  $R_2$  to obtain

$R_6 : (B_{1,2} \Rightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1})$   
Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

2. Apply And-Elimination to  $R_6$  to obtain

$$R_7 : ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1}).$$

3. Logical equivalence for contrapositives gives

$$R_8 : (\neg B_{1,1} \Rightarrow \neg(P_{1,2} \vee P_{2,1})).$$

Cara membuktikan tidak ada pint di [1,2]:

1. Apply biconditional elimination to  $R_2$  to obtain

$R_6 : (B_{1,1} \Rightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1})$   
Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

2. Apply And-Elimination to  $R_6$  to obtain

$$R_7 : ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1}).$$

3. Logical equivalence for contrapositives gives

$$R_8 : (\neg B_{1,1} \Rightarrow \neg(P_{1,2} \vee P_{2,1})).$$

4. Apply Modus Ponens with  $R_8$  and the percept  $R_4$  (i.e.,  $\neg B_{1,1}$ ), to obtain

$$R_9 : \neg(P_{1,2} \vee P_{2,1}).$$

Cara membuktikan tidak ada pit di [1,2]:

1. Apply biconditional elimination to  $R_2$  to obtain

$R_6 : (B_{1,1} \Rightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1})$   
Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

2. Apply And-Elimination to  $R_6$  to obtain

$$R_7 : ((P_{1,2} \vee P_{2,1}) \Rightarrow B_{1,1}).$$

3. Logical equivalence for contrapositives gives

$$R_8 : (\neg B_{1,1} \Rightarrow \neg(P_{1,2} \vee P_{2,1})).$$

4. Apply Modus Ponens with  $R_8$  and the percept  $R_4$  (i.e.,  $\neg B_{1,1}$ ), to obtain

$$R_9 : \neg(P_{1,2} \vee P_{2,1}).$$

5. Apply De Morgan's rule, giving the conclusion

$$R_{10} : \neg P_{1,2} \wedge \neg P_{2,1}.$$

That is, neither [1,2] nor [2,1] contains a pit.



# Pembuktian Teorema

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

menerapkan aturan inferensi langsung ke KB tanpa berkonsultasi dengan modelnya. Itu adalah **suara**.

- Modus Ponens
- Eliminasi-Dan
- kesetaraan logika standar: eliminasi bikondisional, aturan De Morgan, dll.

inferensi sebagai masalah pencarian!

# Pembuktian Teorema

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

menerapkan aturan inferensi langsung ke KB tanpa berkonsultasi dengan modelnya. Itu adalah **suara**.

- Modus Ponens
- Eliminasi-Dan
- kesetaraan logika standar: eliminasi bikondisional, aturan De Morgan, dll.

inferensi sebagai masalah pencarian!

cara untuk memastikan **kelengkapan**:

# Pembuktian Teorema

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

menerapkan aturan inferensi langsung ke KB tanpa berkonsultasi dengan modelnya. Itu adalah **suara**.

- Modus Ponens
- Eliminasi-Dan
- kesetaraan logika standar: eliminasi bikondisional, aturan De Morgan, dll.

inferensi sebagai masalah pencarian!

cara untuk memastikan **kelengkapan**:

- Bukti oleh *resolusi*: menggunakan aturan inferensi yang kuat (aturan resolusi)

pemeriksaan metode tidak efisien: tabel kebenaran mungkin memiliki jumlah model eksponensial

Pencarian bukti lebih efisien karena kita dapat mengabaikan informasi yang tidak relevan

menerapkan aturan inferensi langsung ke KB tanpa berkonsultasi dengan modelnya. Itu adalah **suara**.

- Modus Ponens
- Eliminasi-Dan
- kesetaraan logika standar: eliminasi bikondisional, aturan De Morgan, dll.

inferensi sebagai masalah pencarian!

cara untuk memastikan **kelengkapan**:

- Bukti oleh *resolusi*: menggunakan aturan inferensi yang kuat (aturan resolusi)
- *Rantai maju atau mundur*: penggunaan modus ponens pada bentuk proposisi terbatas (klausa Horn)



# Resolusi

esolution: aturan inferensi tunggal

# Resolusi

esolution: aturan inferensi tunggal

esolution menghasilkan algoritma inferensi yang lengkap (dan masuk akal) ketika digabungkan dengan algoritma pencarian yang lengkap

esolution: aturan inferensi tunggal

esolution menghasilkan algoritma inferensi yang lengkap (dan masuk akal) ketika digabungkan dengan algoritma pencarian yang lengkap

Aturan resolusi nit:

$$\frac{1V \dots VSayaV \dots Vbahasa\ inggris, M}{1V \dots Vsaya1Vsaya+1V \dots Vbahasa\ inggris}$$

Di SiniSayaDanMadalah literal yang saling melengkapi

esolution: aturan inferensi tunggal

esolution menghasilkan algoritma inferensi yang lengkap (dan masuk akal) ketika digabungkan dengan algoritma pencarian yang lengkap

Aturan resolusi nit:

$$\frac{1V \dots VSayaV \dots Vbahasa \text{ inggris}, M}{1V \dots Vsaya1Vsaya+1V \dots Vbahasa \text{ inggris}}$$

Di SiniSayaDanMadalah literal yang saling melengkapi

aturan inferensi esolution

$$\frac{1V \dots VSayaV \dots V \quad bahasa \text{ inggris}, M1V \dots VMjV \dots VMN}{1V \dots Vsaya1Vsaya+1V \dots V \quad bahasa \text{ inggris}VM1V \dots VMj-1VMj+1V \dots V}$$

$$1V \dots Vsaya1Vsaya+1V \dots V \quad bahasa \text{ inggris}VM1V \dots VMj-1VMj+1V \dots V$$

Di SiniSayaDanMjadalah literal yang saling melengkapi



esolution: aturan inferensi tunggal

esolution menghasilkan algoritma inferensi yang lengkap (dan masuk akal) ketika digabungkan dengan algoritma pencarian yang lengkap

Aturan resolusi nit:

$$\frac{\exists V \dots \forall S_{aya} V \dots \forall \text{bahasa inggris}, M}{\exists V \dots \forall s_{aya} \exists V s_{aya+1} V \dots \forall \text{bahasa inggris}}$$

Di Sini *Saya* Dan *M* adalah literal yang saling melengkapi

aturan inferensi esolution

$$\frac{\exists V \dots \forall S_{aya} V \dots \forall \text{ bahasa inggris}, M_1 \exists V \dots \forall M_j \exists V \dots \forall M_N}{\exists V \dots \forall s_{aya} \exists V s_{aya+1} V \dots \forall \text{ bahasa inggris} \exists M_1 \exists V \dots \forall M_{j-1} \exists V M_{j+1} \exists V \dots \forall}$$

$$\exists V \dots \forall s_{aya} \exists V s_{aya+1} V \dots \forall \text{ bahasa inggris} \exists M_1 \exists V \dots \forall M_{j-1} \exists V M_{j+1} \exists V \dots \forall$$

Di Sini *Saya* Dan *M<sub>j</sub>* adalah literal yang saling melengkapi

Dia *KB* harus diubah ke CNF (Conjunctive Normal Form): Konjungsi dari isjunction dari literal. Contoh:  $(A \vee B \vee \neg C) \wedge (C \vee \neg D)$

# Contoh Resolusi

umpus: tidak ada angin di  $[1,1]$ , jadi tidak ada lubang di kotak tetangga

# Contoh Resolusi

umpus: tidak ada angin di [1,1], jadi tidak ada lubang di kotak tetangga

$$KB = R_2 \wedge R_4 = (B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge \neg B_{1,1}$$

# Contoh Resolusi

umpus: tidak ada angin di [1,1], jadi tidak ada lubang di kotak tetangga

$$KB = R_2 \wedge R_4 = (B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge \neg B_{1,1}$$

kita ingin membuktikan bahwa tidak ada lubang di [1,2]

$$\text{sebuah} = \neg P_{1,2}$$



# Contoh Resolusi

umpus: tidak ada angin di [1,1], jadi tidak ada lubang di kotak tetangga

$$KB = R_2 \wedge R_4 = (B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge \neg B_{1,1}$$

kita ingin membuktikan bahwa tidak ada lubang di [1,2]

$$\text{sebuah} = \neg P_{1,2}$$

Jawaban:

- Untuk menunjukkan KB 1 kami menunjukkan bahwa  $(KB(A))$  tidak memuaskan

# Contoh Resolusi

umpus: tidak ada angin di [1,1], jadi tidak ada lubang di kotak tetangga

$$KB = R_2 \wedge R_4 = (B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge \neg B_{1,1}$$

kita ingin membuktikan bahwa tidak ada lubang di [1,2]

$$\text{sebuah} = \neg P_{1,2}$$

Jawaban:

- Untuk menunjukkan  $KB$  1 kami menunjukkan bahwa  $(KB(A))$  tidak memuaskan
- Mengubah  $(KB(A))$  ke dalam CNF

# Contoh Resolusi

umpus: tidak ada angin di [1,1], jadi tidak ada lubang di kotak tetangga

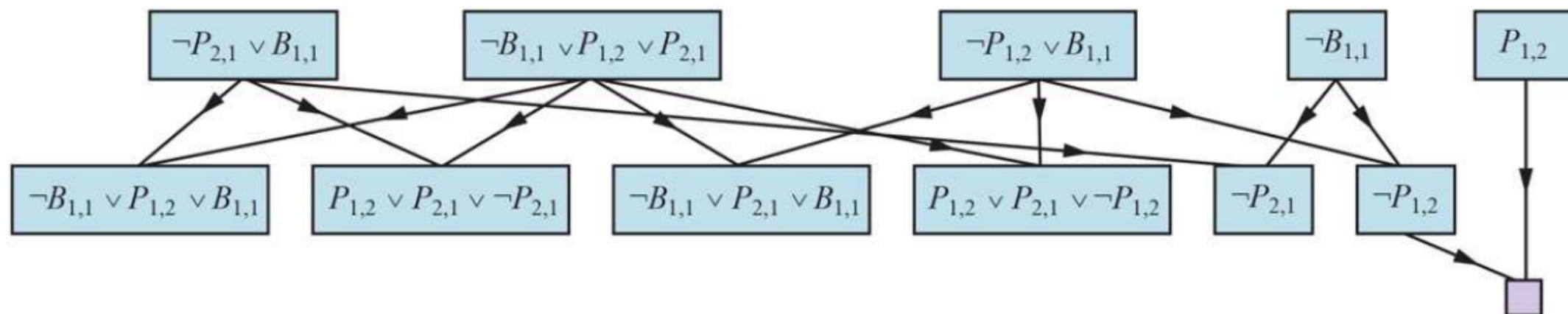
$$KB = R_2 \wedge R_4 = (B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge \neg B_{1,1}$$

kita ingin membuktikan bahwa tidak ada lubang di [1,2]

$$\text{sebuah} = \neg P_{1,2}$$

Jawaban:

- Untuk menunjukkan KB 1 kami menunjukkan bahwa (KB(A)) tidak memuaskan
- Mengubah (KB(A)) ke dalam CNF



# Contoh Resolusi

umpus: tidak ada angin di [1,1], jadi tidak ada lubang di kotak tetangga

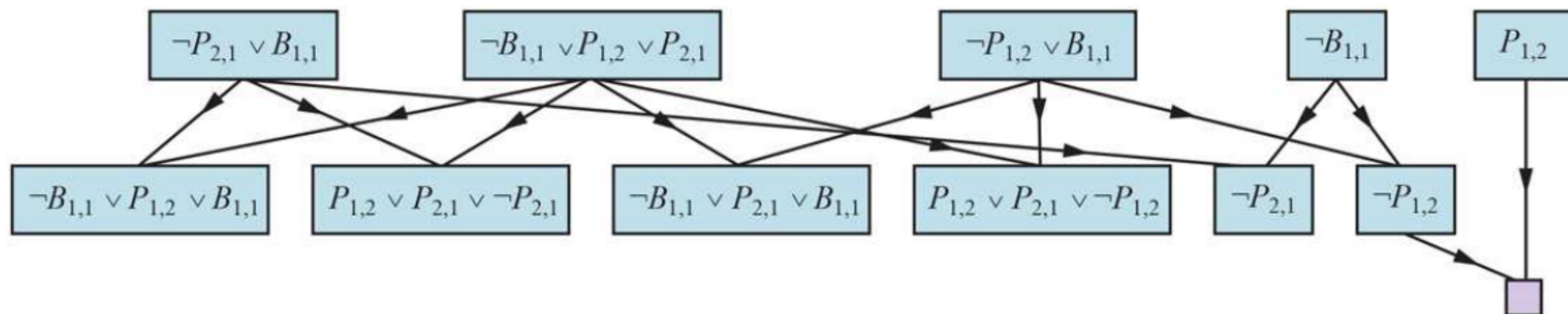
$$KB = R_2 \wedge R_4 = (B_{1,1} \Leftrightarrow (P_{1,2} \vee P_{2,1})) \wedge \neg B_{1,1}$$

kita ingin membuktikan bahwa tidak ada lubang di [1,2]

$$\text{sebuah} = \neg P_{1,2}$$

Jawaban:

- Untuk menunjukkan  $KB$  1 kami menunjukkan bahwa  $(KB(A))$  tidak memuaskan
- Mengubah  $(KB(A))$  ke dalam CNF



- Klausa kosong dihasilkan, yang berarti kueri terbukti





B=konjungsi dari *Klausul tanduk*

B=konjungsi dari *Klausul tanduk*

*klausula orn* adalah disjungsi literal yang paling banyak satu bernilai positif

$$\neg_1 V \vee \neg_2 V \dots \vee \neg_n V \vee +_{+1} \Leftrightarrow \neg_1 \wedge \neg_2 \wedge \dots \wedge \neg_n \Rightarrow +_{+1}$$

B=konjungsi dari *Klausul tanduk*

*klausula orna* adalah disjungsi literal yang paling banyak satu bernilai positif

$$\neg_1 V_1 \vee \neg_2 V_2 \dots \vee \neg_n V_n \vee +1 \Leftrightarrow \neg_1 V_1 \wedge \neg_2 V_2 \dots \wedge \neg_n V_n \Rightarrow +1$$

Inferensi dengan klausa Horn dapat dilakukan melalui **rantai maju** Dan **rantai yang canggung** algoritma yang berjalan dalam waktu linier



B=konjungsi dari *Klausul tanduk*

*klausu orna* adalah disjungsi literal yang paling banyak satu bernilai positif

$$\neg_1 V \vee \neg_2 V \dots \vee \neg_n V + +1 \Leftrightarrow 1 \wedge 2 \wedge \dots \wedge n \Rightarrow + +1$$

Inferensi dengan klausa Horn dapat dilakukan melalui **rantai maju** Dan **rantai yang canggung** algoritma yang berjalan dalam waktu linier

contoh:

$$P \Rightarrow Q$$

$$L \wedge M \Rightarrow P$$

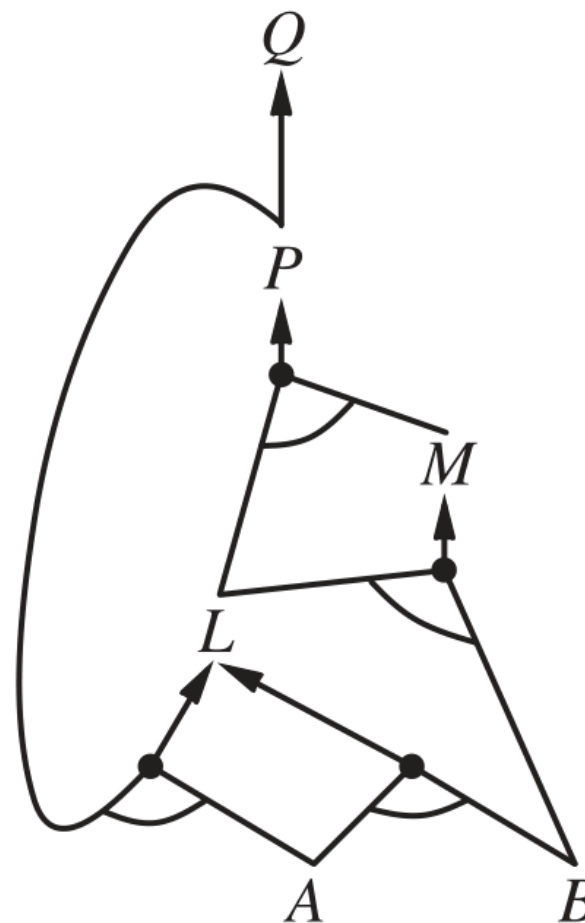
$$B \wedge L \Rightarrow M$$

$$A \wedge P \Rightarrow L$$

$$A \wedge B \Rightarrow L$$

A

B



# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya

# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya
- tidak dapat mengungkapkan fakta untuk sekumpulan objek tanpa menyebutkan semuanya



# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya
- tidak dapat mengungkapkan fakta untuk sekumpulan objek tanpa menyebutkan semuanya

Mengapa kita tidak menggunakan bahasa lain?

# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya
- tidak dapat mengungkapkan fakta untuk sekumpulan objek tanpa menyebutkan semuanya

Mengapa kita tidak menggunakan bahasa lain?

- bahasa alami: digunakan untuk komunikasi, ambiguitas

# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya
- tidak dapat mengungkapkan fakta untuk sekumpulan objek tanpa menyebutkan semuanya

Mengapa kita tidak menggunakan bahasa lain?

- bahasa alami: digunakan untuk komunikasi, ambiguitas
- bahasa pemrograman: tidak ada mekanisme untuk memperoleh fakta dari fakta lain, tidak memiliki ekspresi yang diperlukan untuk menangani informasi parsial secara langsung

# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya
- tidak dapat mengungkapkan fakta untuk sekumpulan objek tanpa menyebutkan semuanya

Mengapa kita tidak menggunakan bahasa lain?

- bahasa alami: digunakan untuk komunikasi, ambiguitas
- bahasa pemrograman: tidak ada mekanisme untuk memperoleh fakta dari fakta lain, tidak memiliki ekspresi yang diperlukan untuk menangani informasi parsial secara langsung

menggabungkan yang terbaik dari bahasa formal dan alami



# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya
- tidak dapat mengungkapkan fakta untuk sekumpulan objek tanpa menyebutkan semuanya

Mengapa kita tidak menggunakan bahasa lain?

- bahasa alami: digunakan untuk komunikasi, ambiguitas
- bahasa pemrograman: tidak ada mekanisme untuk memperoleh fakta dari fakta lain, tidak memiliki ekspresi yang diperlukan untuk menangani informasi parsial secara langsung

menggabungkan yang terbaik dari bahasa formal dan alami

- Logika proposisional: deklaratif, tidak tergantung konteks, tidak ambigu,

# Bahasa Representasi

Logika Posisional untuk KB memiliki keterbatasan

- tidak dapat mengungkapkan informasi tentang berbagai objek dan hubungannya
- tidak dapat mengungkapkan fakta untuk sekumpulan objek tanpa menyebutkan semuanya

Mengapa kita tidak menggunakan bahasa lain?

- bahasa alami: digunakan untuk komunikasi, ambiguitas
- bahasa pemrograman: tidak ada mekanisme untuk memperoleh fakta dari fakta lain, tidak memiliki ekspresi yang diperlukan untuk menangani informasi parsial secara langsung

menggabungkan yang terbaik dari bahasa formal dan alami

- Logika proposisional: deklaratif, tidak tergantung konteks, tidak ambigu,
- bahasa alami: ide representasional

# Logika Orde Pertama

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:



bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:



bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:

- Istilahnya bisa berupa: simbol konstan (misalnya 13), variabel, atau fungsi (misalnya  $\text{sqrt}(x)$ )

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:

- Istilahnya bisa berupa: simbol konstan (misalnya 13), variabel, atau fungsi (misalnya  $\text{sqrt}(x)$ )
- Rumus atom adalah predikat yang diterapkan pada istilah (misalnya, saudara perempuan (a, b))

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:

- Istilahnya bisa berupa: simbol konstan (misalnya 13), variabel, atau fungsi (misalnya  $\text{sqrt}(x)$ )
- Rumus atom adalah predikat yang diterapkan pada istilah (misalnya, saudara perempuan (a, b))
- Kata penghubung (Bahasa Indonesia:  $\vee, \wedge, \neg, \Rightarrow$  Bahasa Indonesia:  $\Leftarrow \Rightarrow$ ), persamaan (=), dan quatifier (  $\forall$  Bahasa Indonesia:  $\exists$  )

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:

- Istilahnya bisa berupa: simbol konstan (misalnya 13), variabel, atau fungsi (misalnya  $\text{sqrt}(x)$ )
- Rumus atom adalah predikat yang diterapkan pada istilah (misalnya, saudara perempuan (a, b))
- Kata penghubung (Bahasa Indonesia:  $\vee, \wedge, \neg, \Rightarrow$  Bahasa Indonesia:  $\Leftarrow \Rightarrow$ ), persamaan (=), dan quatifier (  $\forall$  Bahasa Indonesia:  $\exists$  )

Kalimat dapat dibuat dengan menerapkan konjungsi, kesetaraan, dan/atau kuantifier ke rumus tematik.



bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:

- Istilahnya bisa berupa: simbol konstan (misalnya 13), variabel, atau fungsi (misalnya  $\text{sqrt}(x)$ )
- Rumus atom adalah predikat yang diterapkan pada istilah (misalnya, saudara perempuan (a, b))
- Kata penghubung (Bahasa Indonesia:  $\vee, \wedge, \neg, \Rightarrow$  Bahasa Indonesia:  $\Leftarrow \Rightarrow$ ), persamaan (=), dan quatifier (  $\forall$  Bahasa Indonesia:  $\exists$  )

Kalimat dapat dibuat dengan menerapkan konjungsi, kesetaraan, dan/atau kuantifier ke rumus tematik.

contoh:

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:

- Istilahnya bisa berupa: simbol konstan (misalnya 13), variabel, atau fungsi (misalnya  $\text{sqrt}(x)$ )
- Rumus atom adalah predikat yang diterapkan pada istilah (misalnya, saudara perempuan (a, b))
- Kata penghubung (Bahasa Indonesia:  $\vee, \wedge, \neg, \Rightarrow$  Bahasa Indonesia:  $\Leftarrow \Rightarrow$ ), persamaan (=), dan quatifier (  $\forall$  Bahasa Indonesia:  $\exists$  )

Kalimat dapat dibuat dengan menerapkan konjungsi, kesetaraan, dan/atau kuantifier ke rumus tematik.

contoh:

- Semua burung kecuali burung dodo terbang:  $\forall x \text{ burung}(x) \wedge \neg \text{burung dodo}(x) \Rightarrow \text{terbang}(x)$

bahasa eklaratif yang juga dapat mengenali:

- Objek: semua kata benda dan frasa kata benda
- Hubungan: hubungan unary atau n-ary antara objek
- Fungsi: relasi yang hanya memiliki satu nilai untuk input tertentu

sintaks dari FOL:

- Istilahnya bisa berupa: simbol konstan (misalnya 13), variabel, atau fungsi (misalnya  $\text{sqrt}(x)$ )
- Rumus atom adalah predikat yang diterapkan pada istilah (misalnya, saudara perempuan (a, b))
- Kata penghubung (Bahasa Indonesia:  $\vee, \wedge, \neg, \Rightarrow$  Bahasa Indonesia:  $\Leftarrow \Rightarrow$ ), persamaan (=), dan quatifier (  $\forall$  Bahasa Indonesia:  $\exists$  )

Kalimat dapat dibuat dengan menerapkan konjungsi, kesetaraan, dan/atau kuantifier ke rumus tematik.

contoh:

- Semua burung kecuali burung dodo terbang:  $\forall x \text{ burung}(x) \wedge \neg \text{burung dodo}(x) \Rightarrow \text{terbang}(x)$
- Beberapa wombat menyukai es krim:  $\exists x \text{-ray}(x) \wedge \text{suka}(x, \text{es - krim})$

# Inferensi untuk FOL

berikut adalah prosedur untuk melakukan inferensi dengan basis pengetahuan rumus FOL:



# Inferensi untuk FOL

berikut adalah prosedur untuk melakukan inferensi dengan basis pengetahuan rumus FOL:

- *Instansiasi Universal* Dan *Instansiasi Eksistensial* dengan *Penyatuan*
- *Rantai maju*: digunakan dalam database deduktif. Dapat dikombinasikan dengan operasi database relasional
- Backward chaining: digunakan dalam pemrograman logika yang memberikan inferensi yang sangat cepat

berikut adalah prosedur untuk melakukan inferensi dengan basis pengetahuan rumus FOL:

- *Instansiasi Universal* Dan *Instansiasi Eksistensial* dengan *Penyatuan*
- *Rantai maju*: digunakan dalam database deduktif. Dapat dikombinasikan dengan operasi database relasional
- Backward chaining: digunakan dalam pemrograman logika yang memberikan inferensi yang sangat cepat

Catatan tentang bahasa alami:

Konversi antara bahasa alami dan ekspresi logis dimungkinkan karena ekspresi FOL yang ekspresif. Ini sangat berharga di banyak bidang, seperti pengembangan asisten virtual seperti Alexa, Cortana, Siri, dan masih banyak lagi.

ogic digunakan untuk mewakili lingkungan agen dan alasan tentang lingkungan tersebut.

ogic digunakan untuk mewakili lingkungan agen dan alasan tentang lingkungan tersebut.

Meskipun model dikodekan secara eksplisit, ada beberapa batasan:



ogic digunakan untuk mewakili lingkungan agen dan alasan tentang lingkungan tersebut.

Meskipun model dikodekan secara eksplisit, ada beberapa batasan:

- Sulit untuk memodelkan setiap aspek dunia

ogic digunakan untuk mewakili lingkungan agen dan alasan tentang lingkungan tersebut.

Meskipun model dikodekan secara eksplisit, ada beberapa batasan:

- Sulit untuk memodelkan setiap aspek dunia
- berbasis aturan dan tidak menggunakan data seperti pembelajaran mesin

ogic digunakan untuk mewakili lingkungan agen dan alasan tentang lingkungan tersebut.

Meskipun model dikodekan secara eksplisit, ada beberapa batasan:

- Sulit untuk memodelkan setiap aspek dunia
- berbasis aturan dan tidak menggunakan data seperti pembelajaran mesin
- tidak menangani ketidakpastian seperti probabilitas, meskipun logika fuzzy memungkinkan adanya tingkat kebenaran



**INFORMATIKA  
UNPAR**



[informatika.unpar.ac.id](http://informatika.unpar.ac.id)



[informasiika@unpar.ac.id](mailto:informasiika@unpar.ac.id)



jika.tidak berpasangan



jika.tidak berpasangan